

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Кафедра экономики предпринимательства**

**ПРАКТИКУМ**  
учебной дисциплины  
**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
И ПРОЕКТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ**

Направление подготовки  
**38.03.01 ЭКОНОМИКА**

Профиль подготовки  
**ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЯ (ОРГАНИЗАЦИИ)**

Квалификация (степень) выпускника  
**БАКАЛАВР**

Форма обучения  
**ОЧНАЯ**

Уфа 2017

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

### Тема «Прогнозирование на основе моделей регрессии и временных рядов»

Главной целью регрессионного анализа является изучение связи между одним или несколькими факторными признаками (независимыми переменными) и результативным показателем (зависимой переменной). Слово «регресс» означает «движение назад, упрощение». Регрессионным анализ называется потому, что значение результативного показателя пытаются предсказать с использованием значений одного или нескольких факторных показателей (скорее всего не полностью исчерпывающих список факторов, оказывающих влияние на результативный показатель), при этом понимая, что это будет неточное, упрощенное объяснение, примерно, а не точно описывающее поведение результативного показателя. Слово «парный» означает, что изучается связь между одним факторным и одним результативным показателем (т.е. всего в анализе участвует пара показателей), слово «линейный» используется, так как используется линейная форма связи между факторным и результативным показателем.

Исходные данные для парного линейного регрессионного анализа представляют собой совокупность наблюдений пар значений факторного и результативного показателей, представляющую собой выборку из генеральной совокупности. Исходные данные обычно имеют вид таблицы с двумя столбцами (один столбец - значения факторного показателя, второй - фактические значения результативного показателя). Количество строк в таблице соответствует объему имеющейся выборки, т.е. количеству наблюдений пар значений факторного и результативного показателей.

$$y_i = \alpha + \beta \cdot x_i + \varepsilon_i$$

где  $y_i$  – фактическое значение результативного показателя,  $x_i$  - значение факторного показателя,  $\alpha$ ,  $\beta$  – параметры уравнения регрессии, или регрессионные коэффициенты,  $\varepsilon_i$  - ошибка. Ошибка включает влияние не учтенных в модели факторов, случайных ошибок и особенностей измерения. Ошибка является случайной величиной с нулевым средним значением (математическим ожиданием), может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Это приводит к тому, что значение результативного показателя также является случайной величиной при фиксированном значении факторного показателя.  $\tilde{y}_i(x_0) = \alpha + \beta \cdot x_0$  представляет среднее значение результативного показателя при заданном значении факторного показателя, т.е. при  $x = x_0$ . Поэтому  $\tilde{y}_i$  называется также условным (т.е. при условии, что факторный показатель равен определенному значению) средним значением результативного показателя.

Этапы выполнения регрессионного анализа:

1. Оценка регрессионных коэффициентов  $\alpha$ ,  $\beta$  по имеющейся выборке;
2. Оценка качества уравнения регрессии, полученного по выборке;
3. Оценка значимости уравнения регрессии;
4. Прогнозирование на основе полученного уравнения регрессии.

**Задача 1.** На рисунках приведена динамика показателя. Определить, какие компоненты присутствуют в каждом временном ряду и обосновать выбор аддитивной или мультипликативной модели временного ряда.

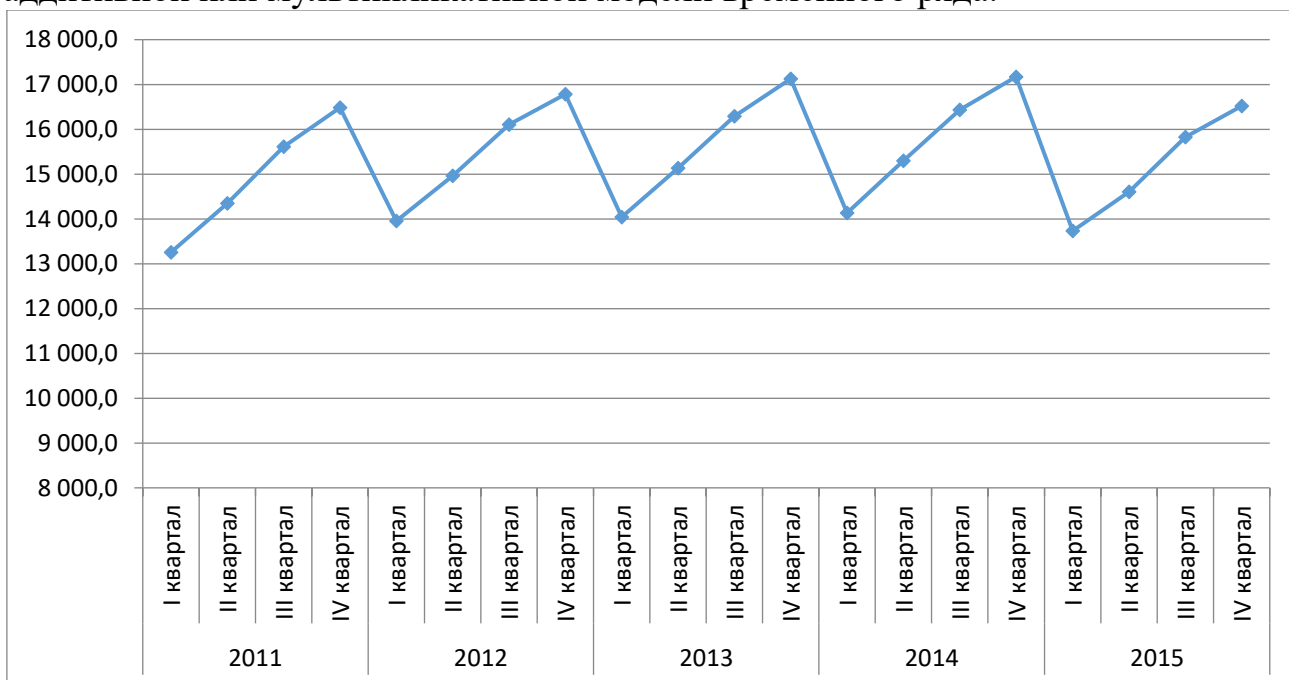


Рис.1. ВВП России в ценах 2011 г. (Источник: [www.gks.ru](http://www.gks.ru))



Рис.2. Динамика квартальной прибыли предприятия.

### Тема «Методы оптимального планирования»

Под *оптимизацией* понимают процесс выбора наилучшего варианта из всех возможных. В процессе решения задачи оптимизации обычно необходимо найти оптимальные значения некоторых параметров, определяющих данную задачу, в экономических задачах их обычно называют *параметрами плана*. Число  $n$  про параметров плана  $x_1, x_2, \dots, x_n$  характеризует размерность (и степень сложности) задачи оптимизации.

Выбор оптимального решения или сравнение двух альтернативных решений проводится с помощью некоторой зависимой величины (функции),

определяемой параметрами плана. Эта величина называется **целевой функцией** (или **критерием качества**). В процессе решения задачи оптимизации должны быть найдены такие значения параметров плана, при которых целевая функция имеет минимум (или максимум). Таким образом, целевая функция — это глобальный критерий оптимальности в математических моделях, с помощью которых описываются инженерные или экономические задачи.

Примерами целевой функции, встречающимися в инженерных и экономических расчетах, являются прочность или масса конструкции, мощность установки, объем выпуска продукции, стоимость перевозок грузов, прибыль и т. п.

В случае одного параметра плана ( $n = 1$ ) целевая функция является функцией одной переменной, и ее график — некоторая кривая на плоскости. При  $n = 2$  целевая функция является функцией двух переменных, и ее график — поверхность в трехмерном пространстве.

Следует отметить, что целевая функция не всегда может быть представлена в виде формулы. Иногда она может принимать только некоторые дискретные значения, задаваться в виде таблицы и т. п. Во всех случаях она должна быть функцией параметров плана.

Целевых функций может быть несколько. Например, при проектировании изделий машиностроения одновременно требуется обеспечить максимальную надежность, минимальную материалоемкость, максимальный полезный объем (или грузоподъемность). Некоторые целевые функции могут оказаться несовместимыми. В таких случаях необходимо вводить приоритет той или иной целевой функции.

Можно выделить два типа задач оптимизации — безусловные и условные. **Безусловная задача** оптимизации состоит в отыскании максимума или минимума действительной функции от действительных переменных и определении соответствующих значений аргументов на некотором множестве  $n$ -мерного пространства.

**Условные задачи оптимизации, или задачи с ограничениями**, — это такие, при формулировке которых задаются некоторые условия (ограничения) на множестве  $n$ -мерного пространства. Эти ограничения задаются совокупностью некоторых функций, удовлетворяющих уравнениям или неравенствам.

**Ограничения равенства** выражают зависимость между параметрами плана, которая должна учитываться при нахождении решения. Эти ограничения отражают законы природы, наличие ресурсов, финансовые требования и т. п. В результате ограничений область проектирования, определяемая всеми  $n$  проектными параметрами, может быть существенно уменьшена. Число  $M$  ограничений-равенств может быть произвольным.

В ряде случаев из этих соотношений можно выразить одни проектные параметры через другие. Это позволяет исключить некоторые параметры из процесса оптимизации, что приводит к уменьшению размерности задачи и облегчает ее решение.

Аналогично могут вводиться также *ограничения-неравенства*. Следует отметить особенность в отыскании решения при наличии ограничений. Оптимальное решение здесь может соответствовать либо локальному экстремуму (максимуму или минимуму) внутри области проектирования, либо значению целевой функции на границе области. Если же ограничения отсутствуют, то ищется глобальный экстремум.

### **Задача 1:**

#### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Компания KARO занимается сборкой и продажей ПК. Для каждого ПК нужна одна стандартная печатная плата. Компания KARO может заключить контракт с компанией APEx на следующих условиях: при закупках не более 2000 шт. в год цена одной платы составит 200\$, если же годовые закупки превысят 2000 шт., то остальные платы KARO получит с 40% скидкой. В то же время, компания KARO может покупать эти платы у TCI на следующих условиях: цена платы у TCI составит всего 130\$ за шт., но TCI требуется внести единовременный взнос на доработку их плат в соответствии с требованиями KARO в размере 120000\$.

Экономические характеристики процесса сборки и продажи ПК у KARO следующие: переменные затраты на сборку и продажу одного ПК без учета печатной платы составляют 450\$, а годовые постоянные издержки компании составляют 1500000\$. Произведенные ПК компания продает. Спрос на ПК компании зависит от цены. По прошлому опыту, при цене 1000\$ за ПК в год будет продано примерно 5000 ПК, а при повышении (понижении) цены на 100\$ годовой объем продаж будет снижаться (повышаться) на 1000 шт. В следующем году компания KARO планирует прекратить производство этих ПК, поэтому все постоянные издержки должны быть окуплены в этом году.

**ТРЕБУЕТСЯ:** обосновать план закупок плат, спланировать объем производства и цену на ПК на следующий год. Для этого:

1. Формализуйте задачу, т.е. создайте ее математическую модель. Обоснуйте критерий оптимальности плана.
2. Классифицируйте задачу (как задачу математического программирования).

### **Задача 2:**

#### **ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Вы- владелец ресторана. Вы нанимаете официантов и платите им 400 руб./день. Количество посетителей ресторана очень зависит от дня недели, соответственно, от дня недели зависит и количество официантов, необходимое для их обслуживания. Из прошлого опыта Вам известно, что в понедельник Вам требуется не менее 17 официантов, во вторник- не менее 13, в среду- не менее 14, в четверг- не менее 15, в пятницу- не менее 19, в субботу- не менее 24, в воскресенье- не менее 22. Ваши официанты работают с двумя выходными в неделю, и эти выходные должны стоять один за другим (например, график работы с выходными днями в понедельник и вторник возможен, а с выходными днями в понедельник и среду- нет).

**ТРЕБУЕТСЯ:** обосновать план найма и график работы официантов

Для этого:

1. Формализуйте задачу, т.е. создайте ее математическую модель. Обоснуйте критерий оптимальности плана.
2. Классифицируйте задачу (как задачу математического программирования).

### **Задача 3:**

**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:**

Компания D&DMining владеет двумя шахтами. На первой шахте в день добывается 6т. высококачественной руды, 2т. среднекачественной и 4т. низкокачественной. На второй шахте в день добывается 2т. высококачественной руды, 2т. среднекачественной и 12т. низкокачественной. Эксплуатация первой шахты обходится компании в 20000\$ в день, второй- 16000\$ в день. Компания D&DMining заключила контракт с плавильным заводом на поставку к концу недели 12т. высококачественной руды, 8т. среднекачественной, 24т. низкокачественной.

**ТРЕБУЕТСЯ:** обосновать план производства.

Для этого:

1. Формализуйте задачу, т.е. создайте ее математическую модель. Обоснуйте критерий оптимальности плана.
2. Классифицируйте задачу (как задачу математического программирования).

### **Задача 4:**

Компания Изюм+ закупает виноград у производителей, сушит его, получает изюм, обливает изюм глазурью и продает глазированный изюм производителям хлопьев для завтрака и кондитерским компаниям.

Компания может купить изюм осенью у производителей по цене 40 руб/кг, договорившись с ними заранее- весной. Если того количества винограда, на которое будут заключены предварительные контракты, не хватит, то компании придется приобретать виноград осенью по свободной рыночной цене, которая ориентировочно составит 50 руб/кг. На основании прошлого опыта известно, что при цене реализации глазированного изюма в 215 руб/кг покупатели закажут примерно 700000 кг, а эластичность спроса по цене примерно постоянна и составляет -10%.

Глазированный изюм делается следующим образом: виноград моется и высушивается, и полученный изюм обрабатывается глазурью, которую компания покупает по цене 30 руб/кг. Для изготовления 1 кг глазированного изюма нужно 2,5 кг винограда и 0,5кг глазури. Помимо расходов на сырье (виноград и глазурь), компания несет затраты на переработку, которые составляют 45 руб/1кг глазированного изюма, из них 40руб/кг-затраты в процессе сушки, 5руб/кг- в процессе глазировки. Производственная мощность сушильного оборудования составляет 3500000 кг винограда в год. Мощность оборудования для глазировки- 10000000 кг изюма в год. Сушку винограда сверх 3500000 кг в год можно организовать, обратившись к конкуренту,

который берет 60 руб за превращение 1 кг винограда в изюм. Кроме вышеперечисленных переменных расходов, у компании есть и постоянные расходы, составляющие 1000000 руб/год.

**ТРЕБУЕТСЯ:** обосновать план закупки сырья и план производства и цену на продукцию предприятия.

Для этого:

1. Формализуйте задачу, т.е. создайте ее математическую модель. Обоснуйте критерий оптимальности плана.
2. Классифицируйте задачу (как задачу математического программирования).

### **Тема «Планирование выборочного исследования»**

Выборочный метод- это способ изучения совокупности объектов, основанный на обследовании не всех объектов, входящих в совокупность, а лишь некоторых, отобранных из совокупности случайным образом. Вся изучаемая совокупность называется генеральной совокупностью, а отобранное для обследования множество объектов- выборочной совокупностью или просто выборкой. Суть выборочного метода состоит в том, чтобы по выборкам, взятым из одной или нескольких генеральных совокупностей, судить о свойствах генеральных совокупностей, из которых извлечены выборки. Например, мы хотим исследовать, сколько в среднем зарабатывают мужчины и женщины в РБ и зависит ли уровень дохода жителей Республики Башкортостан от пола, т.е. хотим понять, зарабатывают ли мужчины и женщины в среднем одинаково или же, наоборот, имеются различия в среднем заработке мужчин и женщин. Для этого мы проводим опрос жителей республики, фиксируя пол и заработок каждого из опрашиваемых. Опросить всех жителей очень дорого, и поэтому мы опрашиваем только часть, например, 1000 жителей республики, из которых 500- женщины, и 500- мужчины. Отбор участников опроса случаен, любой из жителей имеет равные шансы стать участником исследования. По результатам исследования имеем выборку-таблицу данных, содержащую два столбца- пол и заработок. Количество строк выборки равно 1000- количеству опрошенных.

Обработав эти данные, мы хотим:

1. Оценить, сколько в среднем зарабатывают жители РБ;
2. Оценить, сколько в среднем зарабатывают женщины в РБ;
3. Оценить, сколько в среднем зарабатывают мужчины в РБ;

Эти три задачи решаются с использованием точечных и интервальных оценок. Точечная оценка- это число, рассчитанное по выборочным данным, представляющее собой оценку (т.е. приблизительное значение) некоторого параметра в генеральной совокупности. В нашем примере выборочные средние заработков отдельно мужчин, отдельно женщин, и всех вместе представляют собой соответственно точечные оценки средних заработков мужчин, женщин и всех жителей РБ. Недостатком точечных оценок является то, что они не дают никакой информации о том, насколько сильно они могут отличаться от "истинного" значения, т.е. значения оцениваемого параметра в

генеральной совокупности. Поэтому в статистике кроме точечных оценок рассчитывают доверительные интервалы. Доверительный интервал- это интервал, в который наверняка (т.е. с высокой вероятностью, называемой доверительной вероятностью) попадает "истинное" значение параметра.

4. Признать верным одно из утверждений: 1). различий в уровне доходов мужчин и женщин нет; или, наоборот 2) существуют различия в уровне доходов мужчин и женщин. Эта и подобные задачи решаются с использованием статистических тестов. Схема построения всех тестов одинакова:

1. Выдвигается «нулевая гипотеза»- некоторое предположение, касающееся генеральной совокупности или генеральных совокупностей, которое подлежит проверке.

2. На основе имеющихся данных вычисляется специальным образом подобранная величина, называемая **тестовой статистикой**. На ее основе определяется вероятность того, что при условии справедливости нулевой гипотезы будет наблюдаться такая либо большая величина тестовой статистики, или, другими словами, вероятность наблюдать те данные, которые у нас есть, при условии справедливости нулевой гипотезы.

3. Если эта вероятность мала (на практике обычно считают- если эта величина меньше 0,05), то нулевую гипотезу отвергают и принимают альтернативную, т.е. противоречащую нулевой.

В нашем примере в качестве нулевой гипотезы может быть утверждение "мужчины и женщины в среднем зарабатывают одинаково". Соответственно, альтернативная гипотеза- "средние заработки мужчин и женщин отличаются" (тогда тест называется двухсторонним) или "мужчины в среднем зарабатывают больше женщин" (тогда тест называется односторонним). Одна из этих гипотез является верной, другая- ошибочной. После выполнения теста мы либо принимаем нулевую гипотезу и соответственно отвергаем альтернативную, либо, наоборот, отвергаем нулевую и принимаем альтернативную. При этом потенциально мы можем совершить две возможные ошибки (см.таблицу 1.1.).

**Таблица 1.1. Ошибки 1-го и 2-го рода**

	Н0 принимаем, Н1-отвергаем	Н0 отвергаем, Н1-принимаем
Н0 верна, Н1-неверна	Верное решение	Ошибка 1 рода
Н0 неверна, Н1-верна	Ошибка 2 рода	Верное решение

В терминах ошибок 1-го и 2-го рода вероятность, оцениваемая в статистическом тесте- это вероятность совершить ошибку 1-го рода.

**Задача 1.** В городе зарегистрировано 40 тыс безработных. Для определения средней продолжительности безработицы организуется выборочное обследование. По данным прошлых лет известно, что коэффициент вариации продолжительности безработицы составляет 40%. Какое число безработных необходимо охватить выборочным наблюдением, чтобы с вероятностью 0,997



утверждать, что полученная предельная ошибка выборки не превышает 5% средней продолжительности безработицы?

**Задача 2.** Для определения средней цены говядины на рынках города предполагается произвести выборочную регистрацию цен. Известно, что цены на говядину колеблются от 300 до 400 руб за кг. Сколько торговых точек необходимо обследовать, чтобы с вероятностью 0,954 ошибка выборки при определении средней цены не превышала 20 руб за кг?

### **Тема «Планирование сбыта, цен, издержек и ресурсного обеспечения производства»**

В основе любого эффективного планирования производственного процесса лежит принцип бесперебойного снабжения конечного потребителя необходимым товаром. Здесь уместно вспомнить Филиппа Котлера с его наиболее известным законом маркетинга: производить то, что продается, а не продавать то, что производится. То есть в основе любого производства продукции лежит реализованный спрос, под этот спрос подстраивается предложение. Именно конечный потребитель и потребление определяют производство.

Если принцип бесперебойного снабжения соблюдается и у потребителя не возникает дефицита в продукции предприятия, то в целом можно говорить об эффективном планировании и организации производственного процесса на предприятии.

На различных промышленных предприятиях организация производственного процесса имеет свои нюансы ввиду различных особенностей: специфики и технологии производства, договоренностей с поставщиками и условиями работы с ними, сроков доставки сырья, материалов, комплектующих, ингредиентов, производственных и складских мощностей предприятия, количества звеньев цепи продвижения и доведения товара до потребителя, особенностей каналов распределения и сбыта, логистики и многого другого.

Планирование производства осуществляется на следующих принципах:

безубыточной деятельности предприятия;

бесперебойного снабжения розницы продукцией предприятия через собственный торговый дом (или других эксклюзивных представителей) согласно утвержденной ассортиментной матрице предприятия;

качественного, максимально быстрого и точного выполнения заявок покупателей.

#### **Задача 1.**

Предприятие вывело в начале года на рынок новую модель телевизора. Объем реализации за первые 18 месяцев работы приведен в таблице. Идентифицировать этап жизненного цикла товара и дать прогноз объемов реализации до конца второго года производства.

Месяц	Объем реализации	Месяц	Объем реализации
1	400	10	2400
2	560	11	2880

3	840	12	3400
4	1150	13	3950
5	1250	14	4500
6	1400	15	5100
7	1600	16	5750
8	1850	17	6950
9	2100	18	8000

### Задача 2.

Предприятие организовало производство по сборке самолетов. Трудоемкость первых десяти машин приведена в таблице. Необходимо оценить эффект обучения и сделать прогноз трудоемкости сборки следующих трех машин.

Номер машины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трудоемкость (тыс. часов)	16	12,2	10,2	8,5	7,2	6,0	5,2	4,4	3,9	3,6

### Задача 3.

В таблице приведены данные о годовом и совокупном объемах выпуска продукции и реальных удельных издержках. Оценить эффекты масштаба и обучения на данном предприятии и спрогнозировать величину реальных удельных издержек в 14 и 15 гг.

Год	Реальные удельные издержки	Выпуск	Совокупный выпуск
1	0,580	140	260
2	0,500	200	400
3	0,460	400	600
4	0,430	700	1000
5	0,390	500	1700
6	0,330	1100	2200
7	0,310	1200	3300
8	0,300	1300	4500
9	0,290	1400	5800
10	0,250	2100	7200
11	0,230	10700	9300
12	0,180	5000	20000
13	0,150	10000	25000

### Тема «Планирование ценовой дискриминации»

Ценовой дискриминацией называется установление разных цен на различные единицы одного и того же товара для одного или разных покупателей. Важно подчеркнуть, что различия в ценах не отражают различия в издержках, связанных с оказанием покупателю транспортных или других услуг. Поэтому не всегда различие в ценах можно считать ценовой дискриминацией, а единая цена свидетельствует о ее отсутствии. Так, например, не является ценовой дискриминацией поставка одного и того же товара по разным ценам в разные

регионы, в различные периоды времени (сезонность), разного качества и т.д. С другой стороны, поставка для всех разноудаленных покупателей одного и того же товара по единой цене может рассматриваться как ценовая дискриминация.

Для осуществления ценовой дискриминации монополистом необходимо, чтобы прямая эластичность спроса на товар по цене у разных покупателей была существенно различной;

чтобы эти покупатели были легко идентифицируемы;

чтобы была невозможна дальнейшая перепродажа товара покупателями.

Как показывает практика, наиболее благоприятные условия для осуществления ценовой дискриминации имеются на рынке услуг или на рынке материальных товаров, при условии, что разные рынки отделены друг от друга большими расстояниями или высокими тарифными барьерами.

Впервые понятие ценовой дискриминации в экономическую теорию ввел английский экономист Альфред Пигу (1920). Он же предложил различать три ее вида, или степени.

Ценовая дискриминация первой степени (или совершенная ценовая дискриминация) имеет место, когда каждая единица товара продается фирмой по цене спроса, т.е. по максимально возможной цене, которую готов заплатить покупатель. Иногда такую политику называют ценовой дискриминацией по доходам покупателя.

### **Методические указания к лабораторным занятиям**

**Методические указания к лабораторной работе «Анализ и прогнозирование по экономическим временным рядам»**

#### **Теоретические сведения**

Временной ряд (ряд динамики, динамический ряд) – это совокупность значений какого-либо показателя за несколько последовательных моментов или периодов времени. Каждый уровень (значение) временного ряда формируется под воздействием большого числа факторов, которые условно можно подразделить на три группы:

1) факторы, формирующие тенденцию ряда (или тренд, или трендовую компоненту). Это факторы, действующие долгое время с постоянной или почти постоянной интенсивностью;

2) факторы, формирующие циклические (сезонные) колебания ряда (или циклическую (сезонную) компоненту). Это факторы, действующие долгое время с периодически меняющейся интенсивностью. Одним из наиболее часто встречающихся факторов такого рода является время года (например, уровень безработицы в курортных городах в зимний период выше, чем в летний). Отметим, что термин «сезонная компонента» обычно применяется, если период колебания не превышает года, при большем периоде колебания используют термин «циклическая компонента».

3) факторы, формирующие случайные колебания ряда (или случайную компоненту). Это факторы разового или кратковременного

действия, или факторы, интенсивность меняется случайным (незакономерным) образом.

Существуют временные ряды, содержащие все три перечисленные компоненты, или только две из них, или только одну. Случайная компонента присутствует практически всегда. Для исследования наличия остальных компонент на первом этапе строят график зависимости уровней временного ряда от времени и визуально пытаются оценить наличие тренда и циклической составляющей. Более строгий анализ структуры временного ряда на предмет наличия тренда и циклической компоненты выполняют путем исследования автокорреляции уровней ряда.

### ***Выявление структуры временного ряда путем исследования автокорреляции его уровней***

При наличии во временном ряде трендовой и циклической компонент значения каждого последующего уровня ряда зависят от предыдущих. Наличие и силу таких зависимостей можно измерить с помощью набора коэффициентов корреляции между уровнями исходного временного ряда и уровнями этого же ряда, сдвинутыми на несколько шагов во времени.

Коэффициент корреляции текущих значений временного ряда с предыдущими значениями называется коэффициентом корреляции первого порядка. Аналогично определяют и коэффициенты автокорреляции второго и более высоких порядков.

Важно отметить, что с увеличением порядка коэффициента автокорреляции число пар значений, по которым он рассчитывается, уменьшается. Считается целесообразным для обеспечения корректности проверки статистической достоверности коэффициентов автокорреляции (выполняемой с помощью теста на значимость линейного коэффициента корреляции Пирсона) использовать правило – максимальный порядок должен быть не больше  $n/4$ , где  $n$  – количество уровней временного ряда.

Последовательность коэффициентов автокорреляции уровней первого, второго и т.д. порядков называют *автокорреляционной функцией* временного ряда. График зависимости ее значений от порядка коэффициента автокорреляции называется *коррелограммой*.

Анализ коррелограммы позволяет судить о структуре временного ряда. Если коэффициент автокорреляции первого порядка сильно доминирует над остальными, исследуемый ряд содержит только трендовую компоненту и не содержит циклическую компоненту. Если относительно высоким оказался коэффициент автокорреляции порядка  $\tau$ , то ряд содержит циклическую компоненту с периодичностью в  $\tau$  моментов времени. Если ни один из коэффициентов автокорреляции не является значимым, можно сделать одно из двух предположений относительно структуры этого ряда: либо ряд не содержит ни трендовую, ни циклическую компоненты, либо ряд содержит сильно нелинейную тенденцию, для выявления которой нужно провести дополнительный анализ. Дело в том, что коэффициент автокорреляции рассчитывается по формуле линейного коэффициента корреляции Пирсона и таким образом характеризует тесноту только **линейной** связи текущего и

прошлого уровней ряда. Поэтому по коэффициенту автокорреляции можно судить только о наличии **линейной** (или близкой к линейной, а не любой) связи. Для некоторых временных рядов, имеющих сильно нелинейную трендовую составляющую (например, параболу второго порядка или экспоненту), коэффициент автокорреляции первого порядка может быть близок к 0, несмотря на наличие трендовой составляющей.

### **Моделирование тенденции временного ряда**

Если по результатам анализа структуры ряда выяснилось, что ряд содержит только трендовую и случайную компоненты, то задачу прогнозирования будущих значений временного ряда решают обычно путем подбора аналитической функции, характеризующей зависимость уровней ряда от времени. Этот способ называют *аналитическим выравниванием временного ряда*. В качестве формы связи могут использоваться любая функция (линейная, гиперболическая, степенная, показательная и т.п.). Параметры функции определяются с использованием обычного МНК, используя в качестве независимой переменной время, а в качестве зависимой переменной – фактические уровни временного ряда.

Существует несколько способов определения вида функции, подходящей для аналитического выравнивания конкретного временного ряда. К числу наиболее распространенных способов относятся:

- качественный анализ изучаемого процесса и разработка теории, обосновывающей ту или иную форму связи;
- построение и визуальный анализ графика зависимости уровней ряда от времени.

Выбор наилучшего уравнения можно осуществить путем перебора основных форм связи и расчета по каждому уравнению индекса корреляции и средней ошибки аппроксимации с последующим выбором той формы связи, которая обеспечивает минимум средней ошибки аппроксимации или максимум индекса корреляции.

### **Задача 1.**

Исходные данные: приводятся данные о динамике средней цены на определенный товар.

Время	Цена	Время	Цена
1	510	14	509
2	497	15	525
3	504	16	512
4	510	17	510
5	509	18	506
6	503	19	515
7	500	20	522
8	500	21	523
9	500	22	527
10	495	23	523
11	494	24	528

12	499	25	509
13	510		

Требуется:

1. Сгладить временной ряд с использованием простой скользящей средней, интервал сглаживания=4 Сгладить временной ряд с использованием простой скользящей средней, интервал сглаживания=7.
2. Сгладить временной ряд с использованием взвешенной скользящей средней, интервал сглаживания=5, сглаживание полиномом второй степени (соответствующие весовые коэффициенты  $-3/35$ ;  $12/35$ ;  $17/35$ ;  $12/35$ ;  $-3/35$ ).
3. Построить графики полученных сглаженных рядов, сделать вывод о влиянии длины интервала сглаживания на гладкость.

## Задача 2.

Исходные данные

ГОД	Квартал	Квартальная прибыль
2007	1	80,1
	2	52
	3	43
	4	109,5
2008	1	102
	2	63,5
	3	53
	4	134,1
2009	1	126
	2	78,1
	3	65,2
	4	159,6
2010	1	147,5
	2	92
	3	75,9
	4	184

1. Построить график, обосновать выбор тренд-сезонной модели (аддитивная или мультипликативная).
2. Оценить трендовую и сезонную составляющую, рассчитать прогнозные значения прибыли.

## Методические указания к лабораторной работе «Расчет оптимальных производственных планов в MS Excel»

### Теоретический материал

Оптимизация задача нахождения экстремум (минимума или максимума) целевой функции в некоторой области конечномерного векторного пространства, ограниченной набором линейных и/или нелинейных равенств и/или неравенств.

Теорию и методы решения задачи оптимизации изучает *математическое программирование*.

Математическое программирование— это область математики, разрабатывающая теорию, численные методы решения многомерных задач с ограничениями. В отличие от классической математики, математическое программирование занимается математическими методами решения задач нахождения наилучших вариантов из всех возможных.

Решение оптимизационных задач с помощью инструмента «Поиск решения» MS Excel:

1. Подготовить данные к анализу с помощью пакета «Поиск решения». Выбрать ячейки для искомым переменных  $x_i$  и произвольно указать их значения (на этом этапе можно использовать любые значения). Обозначить целевую функцию и ввести соответствующее ей выражение, и ввести формулу для ее определение через значение целевой функции. Аналогичным образом ввести ограничения в виде равенств и неравенств.

2. Подключить модуль «Поиск решения», если он не подключен. Для этого в основных настройках выбрать «Параметры Excel», затем выбрать «Надстройки», указать «Поиск решения» и нажать «Перейти». В появившемся окне поставить галочку напротив «Поиск решения» и нажать «ОК». Кнопка «Поиск решения» расположена во вкладке «Данные» поля «Анализ».

3. Запустить «Поиск решения». В диалоговом окне указать целевую ячейку (целевую функцию). В поле «изменяя ячейки» указать массив искомым переменных  $x_i$ . Нажатием кнопки «добавить» и выбором массива, соответствующего ограничениям задачи, в поле «Ограничения» установить соответствующие условия.

4. Нажатием на кнопку «Выполнить» осуществить запуск итерационного процесса поиска решения задачи. Сохранить найденное решение.

Расчет оптимальных производственных планов в MS Excel

**Задание:** На практическом занятии были формализованы задачи на планирования некоторых аспектов деятельности предприятия (задачи 1-4 раздела Методы планирования). Требуется средствами MS Excel решить поставленные задачи и дать экономическую интерпретацию полученным решениям.

### **Методические указания к лабораторной работе «Межотраслевой баланс Леонтьева и его применение в макроэкономическом планировании»**

В настоящее время балансовые модели регулярно строятся во многих странах мира. С их помощью решаются задачи анализа, планирования и прогнозирования развития экономических систем. Регулирование экономического развития, расчеты по составлению долгосрочных планов, расчеты по оптимизации внешней торговли, составление межрегиональных балансов, расчеты по ценообразованию - вот далеко не полный перечень задач, в решении которых могут быть применены матричные модели.

Наиболее типичным примером матричных моделей считается экономико-математическая модель межотраслевого баланса (модель В.В. Леонтьева). Именно за разработку и применение этого метода к решению важных экономических проблем в 1973 году Василий Васильевич Леонтьев был удостоен Нобелевской премии в области экономики. В западной литературе модели данного класса чаще всего именуется как *метод "затраты-выпуск"*.

### Общая структура межотраслевого баланса

Центральным элементом матричных моделей является так называемый **межотраслевой баланс**. Он представляет собой таблицу, характеризующую связи между различными отраслями экономики страны. Общая структура межотраслевого баланса представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Общая структура межотраслевого баланса

Отрасли	1	2	3	ПП	КП	В
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$\sum_{j=1}^n x_{1j}$	$Y_1$	$X_1 = \text{ПП}_1 + Y_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$\sum_{j=1}^n x_{2j}$	$Y_2$	$X_2 = \text{ПП}_2 + Y_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$\sum_{j=1}^n x_{3j}$	$Y_3$	$X_3 = \text{ПП}_3 + Y_3$
МЗ	$\sum_{i=1}^n x_{i1}$	$\sum_{i=1}^n x_{i2}$	$\sum_{i=1}^n x_{i3}$	$\sum \text{МЗ} = \sum \text{ПП}$		
ВДС	$X_1 - \text{МЗ}_1$	$X_2 - \text{МЗ}_2$	$X_3 - \text{МЗ}_3$		$\sum \text{ВДС} = \sum \text{КП}$	
В	$X_1$	$X_2$	$X_3$			$V = \sum_{i=1}^n X_i$

Производственная сфера экономики представлена в балансе в виде совокупности  $n$  отраслей.

Баланс состоит из четырех разделов (квадрантов).

Первый квадрант представляет собой матрицу, состоящую из  $(n+1)$  строки и  $(n+1)$  столбца. Этот раздел является важнейшей частью баланса, поскольку именно здесь содержится информация о межотраслевых связях. Величина  $x_{ij}$ , находящаяся на пересечении  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца, показывает, сколько продукции  $i$ -й отрасли было использовано в процессе материального производства  $j$ -й отрасли. Величины  $x_{ij}$  характеризуют межотраслевые поставки сырья, материалов, топлива и энергии, обусловленные производственной деятельностью.



В  $i$ -й строке величины  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{in}$  описывают распределение продукции  $i$ -й отрасли как средства производства для других отраслей.

Величины  $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{nj}$   $j$ -го столбца в этом случае будут описывать потребление  $j$ -й отраслью сырья, материалов, топлива и энергии на производственные нужды.

Таким образом, первый раздел баланса дает общую картину распределения продукции на текущее производственное потребление всех  $n$  отраслей материального производства.

В зависимости от того, в каких единицах измеряются потоки продукции в балансе, существуют различные его варианты: в натуральном выражении, в денежном (стоимостном) выражении, в натурально-стоимостном, в трудовых измерителях. Мы рассматриваем баланс в стоимостном выражении, в котором потоки продукции измеряются на основе стоимости произведенной продукции в некоторых фиксированных ценах. Поскольку в этом случае величины  $x_{ij}$  отражают стоимость продукции, т.е. измеряются в одних и тех же единицах, их можно просуммировать.

Величина  $\sum_{j=1}^n x_{ij}$  представляет собой сумму всех поставок  $i$ -й отрасли другим отраслям.

Сумма по столбцу  $\sum_{i=1}^n x_{ij}$  характеризует производственные затраты  $j$ -й отрасли на приобретение продукции других отраслей.

На пересечении  $(n+1)$ -й строки и  $(n+1)$ -го столбца находится величина  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}$  - так называемый **промежуточный продукт** экономики.

Второй раздел посвящен конечному продукту. Столбец конечного продукта -  $(n+2)$ -й столбец. Величина  $y_i$  - потребление продукции  $i$ -й отрасли, не идущее на текущие производственные нужды. Ко второму разделу относится также столбец валовых выпусков ( $X_i$ ). В пределах первого и второго разделов справедливо соотношение:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Третий квадрант межотраслевого баланса отражает стоимостную структуру валового продукта отраслей. В  $(n+1)$ -й строке таблицы отражены материальные затраты отрасли, в  $(n+2)$ - валовая добавленная стоимость, представляющая собой разницу между величиной валовой продукции отрасли и материальными затратами отрасли.

Суммарный конечный продукт равен суммарной валовой добавленной стоимости.

Рассмотренный нами межотраслевой баланс - это способ представления статистической информации об экономике страны. Он строится на основе агрегирования результатов деятельности отдельных предприятий. Такой баланс называют отчетным. Кроме этого строятся плановые балансы, предназначенные для разработки сбалансированных планов развития экономики.

## Статическая межотраслевая модель

Статистические межотраслевые модели используются для разработки планов выпуска и потребления продукции и основываются на соотношениях межотраслевого баланса.

При построении модели делают следующие предположения:

- 1) все продукты, производимые одной отраслью, однородны и рассматриваются как единое целое, т.е. фактически предполагается, что каждая отрасль производит один продукт;
- 2) в каждой отрасли имеется единственная технология производства;
- 3) нормы производственных затрат не зависят от объема выпускаемой продукции;
- 4) не допускается замещение одного сырья другим.

В действительности эти предположения, конечно, не выполняются. Даже на отдельном предприятии обычно выпускаются различные виды продукции, используются различные технологии, удельные затраты зависят от объема выпуска и в тех или иных пределах допускается замена одного сырья другим. Следовательно, эти предположения тем более неверны для отрасли. Однако такие модели получили широкое распространение и, как показала практика, они вполне адекватны и применимы для составления планов выпуска продукции.

При этих предположениях величина  $x_{ij}$  может быть представлена следующим образом:

$$x_{ij} = a_{ij}X_j, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Величина  $a_{ij}$  называется **коэффициентом прямых материальных затрат**. Она показывает, какое количество продукции  $i$ -й отрасли идет на производство единицы продукции  $j$ -й отрасли. Коэффициенты  $a_{ij}$  считаются в межотраслевой модели постоянными.

Тогда

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + y_i, \quad i = \overline{1, n}.$$

Это соотношение можно записать в матричном виде:

$$X = AX + Y,$$

где  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^T$  - вектор валового выпуска отраслей;

$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$  - вектор конечного продукта отраслей;

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

- матрица коэффициентов прямых материальных затрат.

Коэффициенты прямых материальных затрат являются основными параметрами статической межотраслевой модели. Их значения могут быть получены двумя путями:

1) статистически. Коэффициенты определяются на основе анализа отчётных балансов за прошлые годы. Их неизменность во времени определяется подходящим выбором отраслей;

2) нормативно. Предполагается, что отрасль состоит из отдельных производств, для которых уже разработаны нормативы затрат; на их основе рассчитываются среднеотраслевые коэффициенты.

Выражение  $X = AX + Y$  принято называть балансом распределения продукции. Его можно использовать для анализа и планирования структуры экономики. Если известны коэффициенты прямых материальных затрат, то, задав конечный продукт по каждой отрасли, можно определить необходимые валовые выпуски отраслей. В этом заложена основная идея использования матричных моделей для планирования производства.

Преобразуем выражение  $X = AX + Y$ :

$$X - AX = Y,$$

$$(E - A)X = Y,$$

$$X = (E - A)^{-1}Y,$$

где  $E$  - единичная матрица.

До начала планирования следует выяснить, существует ли матрица, обратная матрице  $(E - A)$ , и не будут ли получены отрицательные значения выпуска по отраслям.

Установим некоторые свойства коэффициентов прямых материальных затрат.

1. Неотрицательность, т.е.  $a_{ij} \geq 0$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, n}$ . Это утверждение следует из неотрицательности величин  $x_{ij}$  и положительности валовых выпусков  $X_j$ .

2. Сумма элементов матрицы  $A$  по любому из столбцов меньше единицы, т.е.  $\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Можно показать, что при выполнении этих двух условий матрица  $B = (E - A)^{-1}$  существует и если ее элементы неотрицательны. Говорят, что в этом случае матрица прямых затрат  $A$  является продуктивной.

Матрица  $B$  носит название матрицы полных материальных затрат, а ее элементы  $b_{ij}$  называют **коэффициентами полных материальных затрат**. Коэффициент  $b_{ij}$  показывает, каков должен быть валовый выпуск  $i$ -й отрасли для того, чтобы обеспечить выпуск единицы **конечного** продукта  $j$ -й отрасли.  $b_{ij} \geq a_{ij}$ , т.е. коэффициент полных материальных затрат  $b_{ij}$ , описывающий потребность в выпуске продукции  $i$ -й отрасли в расчете на единицу конечного продукта  $j$ -й отрасли, не меньше коэффициента прямых материальных затрат  $a_{ij}$ , рассчитываемого на единицу валового выпуска.

**Задание:** Дана следующая таблица «затраты- выпуск»

Отрасли	1	2	3	4	5	ПП	КП	В
1	100	50	300	50	80	581		
2	50	0	20	40	20	132		
3	20	25	0	0	0	48		

4	110	130	200	600	0	1044		
5	0	0	0	40	50	95		
МЗ								
ВДС	334,3	292,1	756,9	470,2	346,5			
В								

**Требуется:**

заполнить пропуски в приведенном балансе на основе уже имеющихся данных.

рассчитать матрицу прямых затрат и дать ее элементам экономическую интерпретацию;

рассчитать матрицу полных затрат и дать ее элементам экономическую интерпретацию;

по заданному вектору конечного продукта (на 10% по каждой отрасли больше полученного в таблице) спланировать вектор валового выпуска.