

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Белорусский государственный экономический университет»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА
ПРАКТИКУМ

Минск 2008

А в т о р : Гуртовой А.А.

Р е ц е н з е н т доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики и ценовой политики Терешина В.В.

Р е к о м е н д о в а н о кафедрой промышленного маркетинга и коммуникаций

У т в е р ж д е н о :

Гуртовой А.А. Прогнозирование рынка. Практикум. Мн. БГЭУ, 2008

Практикум предназначен для обучения студентов специальности 1-26 02 03 «Маркетинг». В пособии представлены ключевые темы курса. По каждой теме приведены краткие теоретические сведения и указаны вопросы для самостоятельной подготовки. Приведены задания для выполнения на практических и лабораторных занятиях, позволяющие сформировать навыки прогнозирования рыночных процессов или явлений.

© Гуртовой А.А.

© УО «Белорусский государственный
экономический университет», 2008

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|------------|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 4 |
| 1. СУЩНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ | 6 |
| 2. МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫНКА | 15 |
| 3. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА МЕТОДАМИ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ | 24 |
| 4. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА МЕТОДОМ СГЛАЖИВАНИЯ СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ | 57 |
| 5. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА МЕТОДОМ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ | 68 |
| 6. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ РЫНОЧНОЙ КОНЬЮНКТУРЫ | 84 |
| 7. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА НА ОСНОВЕ МНОГОФАКТОРНЫХ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ | 100 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ | 121 |
| ЛИТЕРАТУРА | 125 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Практикум предназначен для студентов обучающихся по специальности 1-26 02 03 «Маркетинг» (все специализации).

В практикуме представлены основные разделы курса, предусмотренные учебной программой. Каждый раздел содержит цель и задачи изучения темы, а также перечень вопросов для подготовки к занятиям. По каждой теме дано ее краткое содержание. Приведены задания для выполнения на практических и лабораторных занятиях. Количество часов, отводимых на каждую тему, определяется тематическим планом. Целью представленных в практикуме заданий является выработка представлений о методах прогнозирования рынка и формирование навыков прогнозирования показателей конъюнктуры рынка.

Для составления заданий были использованы фактические данные предприятий Республики Беларусь, статистическая информация о состоянии товарных и валютных рынков, а также условные данные. Часть заданий и практических ситуаций носит комплексный характер, то есть выполнение последующих заданий предполагает получение и использование конечных результатов предыдущих. Такой подход позволяет решать сквозные взаимосвязанные задачи в сфере прогнозирования рынка на примере одного объекта.

Большинство заданий выполняются с помощью *Microsoft Excel*, а также специализированного программного обеспечения (REG 45, REG 46, Ex-row), разработанного профессором кафедры промышленного маркетинга и коммуникаций Михневичем Л.М.. В методических рекомендациях приведены сведения, которые при необходимости помогут обучающимся выполнить задания самостоятельно, что особенно полезно для студентов заочной формы обучения. Приведенные задания направлены на получение навыков прогнозирования различными методами и развитие умений работать с показателями, характеризующими различные рыночные явления или

процессы. По результатам выполнения каждого задания предполагается подготовка индивидуальной аналитической записки, что способствует более глубокому осмыслению проделанной работы.

Для закрепления полученных навыков и умений в качестве итоговой работы по курсу целесообразно выполнить прогноз, самостоятельно выбранного рынка. В качестве источника информации должна быть использована самостоятельно собранная информация о прогнозируемом рынке и статистическая информация.

В практикум включены задания для текущего контроля знаний студентов. Приведен список литературы, необходимой для углубления знаний по данной дисциплине.

1. Сущность экономического прогнозирования

Цель: раскрыть сущность экономического прогнозирования

Задачи:

- рассмотреть предмет и объект прогнозирования рынка
- раскрыть принципиальную возможность научного предвидения
- рассмотреть особенности экономических процессов
- изучить цели прогнозирования
- изучить виды прогнозов
- выявить роль прогнозирования рынка в маркетинговой деятельности предприятия
- изучить возможности использования маркетинговой информационной системы предприятия в прогнозировании
- усвоить принципы формирования маркетинговой информационной системы предприятия
- изучить порядок разработки прогноза рынка и требования, предъявляемые к отчетам по его результатам

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Сущность прогнозирования рынка
2. Предмет и объект прогнозирования рынка
3. Принципиальная возможность научного прогнозирования
4. Виды экономических прогнозов
5. Роль прогнозирования в маркетинговой деятельности предприятия
6. Маркетинговая информационная система предприятия как основной источник информации для разработки прогноза
7. Порядок разработки прогноза и отчет о результатах

Краткое содержание темы

Прогнозирование рынка это оценка перспектив развития конъюнктуры рынка, оценка возможных изменений рыночных условий. Предмет прогнозирования рынка – рыночные явления и процессы, поддающиеся количественной оценке.

Цель прогнозирования состоит в определении тенденций:

- общехозяйственной конъюнктуры;
- структурных изменений экономики;
- изменения потребностей покупателей;
- изменения цен;
- показателей кредитной и валютно-финансовой сфер;
- появления новых товарных рынков и др.

Результаты прогнозирования рынка используются для обоснования маркетинговых решений предприятия.

Объективная возможность прогнозирования рынка обусловлена тем, что практически все проявления действия рыночного механизма можно выразить в виде количественных характеристик, которые изменяются с течением времени под воздействием совокупности факторов. Оценивая сложившиеся на рынке тенденции или влияние конкретных факторов на прогнозируемый показатель, можно объективно оценивать его изменение в будущем.

Рынок – многогранное и многоструктурное явление, механизм распределения товаров в соответствии с действием закона спроса-предложения. Действие рыночного механизма проявляется в сложных процессах, которые определяют состояние рынка, вектор и темпы его развития, формирование равновесных цен, рыночные пропорции и т.д. Рынок стимулирует контакт продавца и покупателя с целью купли-продажи товара по цене, которая устраивает обоих.

Рынок представляет собой социально-экономическую систему отношений купли-продажи между продавцами и покупателями.

Товарный рынок (рынок продуктов и услуг) представляет собой составную часть, элемент общей рыночной системы. Товарный рынок взаимодействует с другими рынками: труда, финансов и кредита, биржевым, недвижимости и инвестиций, внешним рынком и т. д.

Вырисовывается следующая иерархия целей прогнозирования рынка: концептуальные цели исследования → функциональные задачи прогнозирования рынка как единого целого → конкретные задачи прогнозирования локальных рынков → дифференциация задач по прогнозированию отдельных категорий рынка и отдельных рыночных процессов.

Концептуальная цель прогнозирования рынка заключается в объективной и полной оценке состояния рынка на конкретный отрезок времени, в выявлении закономерностей и тенденций его развития, характеристике его структуры и региональных особенностей, выявлении и моделировании его внутренних и внешних взаимосвязей.

Функциональные задачи прогнозирования рынка могут быть представлены в следующем порядке:

- § сбор и обработка статистической информации;
- § оценка и анализ конъюнктуры рынка;
- § характеристика структуры и пропорций рынка;
- § оценка и анализ развития параметров рынка;
- § региональный анализ рынка;
- § характеристика экономических и социальных последствий развития рынка.

Эти задачи реализуются в ходе статистического исследования рынка в целом и конкретных рынков средств производства, предметов потребления и услуг.

Реализация поставленных задач позволит всесторонне отразить и проанализировать основные рыночные процессы и явления, определить и

спрогнозировать перспективные направления его развития исходя из критериев экономической и социальной эффективности.

Одним из важнейших условий получения достоверных прогнозов является формирование маркетинговой информационной системы, обеспечивающей процесс прогнозирования качественной информацией.

Маркетинговая информационная система является постоянно действующей системой и включает в себя персонал, оборудование, процедуры и методы сбора, обработки, анализа, оценки и распределения актуальной и достоверной информации, необходимой для подготовки и принятия маркетинговых решений

Маркетинговая информационная система трансформирует данные, полученные из внешних и внутренних источников, в информацию, которая требуется руководству предприятия. Роль этой системы заключается в определении потребностей в информации для принятия маркетинговых решений, ее получении и своевременном предоставлении соответствующим менеджерам. Необходимые сведения получают из внутренней отчетности фирмы, текущей внешней маркетинговой информации, на основе маркетинговых исследований и анализа данных.

Внутренняя отчетность обычно отражает показатели сбыта, издержек, объема материальных запасов, движения денежной наличности, данные о дебиторской и кредиторской задолженности и т.д.

Сбор текущей внешней маркетинговой информации является постоянно осуществляемым процессом наблюдения за ситуацией на рынке для воссоздания общей картины происходящих в рыночной среде перемен.

Маркетинговая информационная система включает в себя компьютеризованную систему поддержки принятия маркетинговых решений, которая помогает руководителям интерпретировать соответствующие данные и использовать их в качестве отправной точки для осуществления своей деятельности. В современных системах обеспечения маркетинговых

решений широко используются различные статистические и математические методы и модели, а также экспертные системы.

Подобные системы обеспечивают получение прогнозов анализируемых показателей. Эти прогнозы можно использовать как источник информации при комплексном прогнозировании рынка.

Результаты прогнозирования, а так же информация о фактах свершения событий, в отношении которых был сделан прогноз, в свою очередь представляют ценный источник информации для формирования маркетинговой информационной системы.

Процесс прогнозирования рынка можно условно разделить на следующие этапы:

1. Определение проблемы и целей исследования:

- определение проблемы
- обоснование необходимости получения и использования прогноза
- формулирование целей прогнозирования.
- определение состава прогнозируемых показателей

2. Разработка плана проекта:

- выбор методов проведения прогнозирования
- определение типа требуемой информации и источников ее получения
- определение методов сбора необходимых данных
- разработка форм для сбора данных
- разработка выборочного плана

3. Реализация проекта:

- сбор данных
- выбор метода прогнозирования
- анализ и подготовка данных для прогнозирования
- расчет прогнозных значений по выбранному методу

4. Интерпретация полученных результатов

5. Подготовка отчета.

К оформлению отчета с результатами прогноза применяются определенные требования. Стандартная структура отчета должна содержать вводную, основную и заключительную части.

Вводная часть включает титульный лист, оглавление, перечень иллюстраций и аннотацию.

Титульный лист содержит: название документа, название организации, прогнозируемого рынка, информацию об исполнителе. Из названия документа должны вытекать цель и направленность разработки прогноза.

Аннотация должна подготовить читателя на восприятие основного содержания отчета. В ней должны быть охарактеризованы: предмет прогнозирования, круг рассмотренных вопросов, методология исследования, основные выводы и рекомендации.

Основная часть отчета состоит из введения, характеристики методов прогнозирования, обсуждения полученных результатов, констатации ограничений, а также выводов и рекомендаций.

Введение ориентирует читателя на ознакомление с результатами отчета. Оно содержит общую цель отчета и цели прогнозирования, актуальность его проведения.

В методическом разделе с необходимой степенью детальности описываются: объект прогнозирования, используемые методы. Дополнительная информация помещается в приложении. Приводятся ссылки на авторов и источники использованных методов. Специалист читающий отчет должен понять, как были собраны и обработаны данные, почему был использован выбранный метод, а не другие методы. Подробность освещения данных вопросов зависит от требований предъявляемых к отчету.

Главным разделом отчета является раздел, в котором излагаются полученные результаты. Рекомендуется строить его содержание вокруг целей исследования.

Выводы основываются на результатах прогнозирования. Рекомендации представляют собой предположения относительно того, какие следует предпринять действия исходя из изложенных выводов. Осуществление рекомендаций может предполагать использование знаний, выходящих за рамки полученных результатов. Например, необходима информация о специфических условиях деятельности компании, для которой выполнен прогноз.

В заключительной части приводятся приложения, содержащие результирующую информацию, необходимую для более глубокого осмысления полученных результатов.

Интерпретация и представление полученных данных не должны допускать возможности их двусмысленной трактовки и строго ограничивать условия осуществления прогноза с данной точностью и надежностью.

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 1. Изучите динамику показателей рынка нефтепродуктов, приведенных в таблице 1. Проанализируйте взаимосвязи между показателями. Оцените емкость внутреннего рынка нефтепродуктов страны и долю отечественных предприятий по нефтепереработке на рынке. Дайте прогнозную оценку емкости внутреннего рынка страны и доли предприятий нефтепереработки на рынке в 2008г.

Таблица 1. Динамика показателей рынка нефтепродуктов за 2000-2007гг.¹

| Год | Производство нефтепродуктов, тыс. т. | Остаток готовой продукции на начало года, тыс. т. | Норма запаса готовой продукции, дн. | Поставка нефтепродуктов на экспорт, тыс. т. | Импорт нефтепродуктов, тыс. т. |
|------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------|
| 2000 | 13 528 | 1 192,0 | 25 | 7,8 | 1 075,4 |
| 2001 | 13 346 | 1 106,3 | 23 | 7,7 | 376,2 |
| 2002 | 15 247 | 1 470,6 | 23 | 9,9 | 500,6 |
| 2003 | 15 774 | 1 318,3 | 23 | 10,6 | 1 004,6 |
| 2004 | 18 451 | 1 356,3 | 23 | 13,0 | 1 143,4 |
| 2005 | 19 802 | 1 472,8 | 21 | 13,5 | 573,0 |
| 2006 | 21 253 | 1 443,5 | 21 | 14,8 | 1 233,6 |
| 2007 | 21 349 | 1 422,1 | 21 | 15,1 | 914,1 |

Результаты выполнения задания представьте в аналитической записке.

Задание 2. Изучите динамику показателей рынка химических волокон по данным таблицы 2. На основе приведенных данных дайте оценку показателей рыночной конъюнктуры химических волокон на 2008г.

Таблица 2. Динамика показателей рынка химических волокон за 2000-2007гг.²

| Год | Производство химических волокон, тыс. т. | Остаток готовой продукции на начало года, тыс. т. | Норма запаса готовой продукции, дн. | Поставка продукции на экспорт, тыс. т. | Импорт продукции, тыс. т. |
|------|--|---|-------------------------------------|--|---------------------------|
| 2000 | 218,7 | 19,3 | 24 | 150,1 | 26,5 |
| 2001 | 221,1 | 18,3 | 22 | 157,8 | 25,2 |
| 2002 | 204,3 | 19,7 | 22 | 163,5 | 42,5 |
| 2003 | 202,6 | 16,9 | 21 | 158,2 | 24,1 |
| 2004 | 203,4 | 15,0 | 21 | 155,5 | 20,1 |
| 2005 | 210,8 | 15,7 | 20 | 141,0 | 21,3 |
| 2006 | 203,2 | 13,8 | 20 | 153,1 | 20,5 |
| 2007 | 228,6 | 15,2 | 19 | 160,9 | 20,4 |

Полученные результаты изложите в аналитическом отчете.

¹ При необходимости, данные можно обновить, используя информацию сайта «Министерства статистики и анализа» (<http://www.belstat.gov.by>) или статистических сборников, издаваемых министерством.

² При необходимости, данные можно обновить, используя информацию сайта «Министерства статистики и анализа» (<http://www.belstat.gov.by>) или статистических сборников, издаваемых министерством.

2. Методы прогнозирования рынка

Цель: изучить систему методов прогнозирования рынка

Задачи:

- рассмотреть классификацию методов прогнозирования рынка
- изучить общую характеристику методов прогнозирования рынка
- усвоить принципы выбора метода для прогнозирования

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Методологические принципы прогнозирования
2. Система методов прогнозирования
3. Общая характеристика основных методов прогнозирования

Краткое содержание темы

Методология прогнозирования рынка опирается на теорию статистического исследования и разрабатывается исходя из поставленных задач. Методология анализа подчинена целям исследования и в известной мере обусловлена имеющимися статистическими данными. Статистические методы исследования – не самоцель, а средство получения обоснованных оценок и выводов об изучаемом рыночном процессе или явлении, тенденциях их развития.

В статистическом исследовании рынка на любом его уровне большое значение имеет использование абсолютных показателей. Масштабы рынка, его потенциал, объем товарной массы, вовлеченной в обращение, действие рыночного механизма, размер прибыли, полученный в результате коммерческой деятельности на рынке, другие показатели эффекта рыночной деятельности – все это объективно характеризует состояние рынка и является исходной базой прогноза. Сказанное несколько не умаляет исключительно важную роль, которую в анализе рынка играют относительные величины

уровня, координации, структуры и динамики, позволяющие дать оценку рыночной ситуации, охарактеризовать скорость и вектор изменений, обеспечить сопоставление с конкурентами, отразить пропорциональность развития и т.п.

Изучение закономерностей рынка может потребовать построения и анализа рядов распределения, расчета их характеристик. В анализе состояния рынка, территориального распределения товарооборота и некоторых других показателей используются специфические методы регионального анализа.

Одним из наиболее распространенных методов анализа в прогнозировании рынка является индексный, который позволяет решить целый комплекс задач и охарактеризовать ряд показателей рынка. Наряду с динамическими индексами находят применение территориальные индексы, индексы соотношений, качественных оценок, выполнения договорных обязательств. Важную роль в изучении структурных факторов играет система индексов переменного и фиксированного состава. Индексное многофакторное моделирование позволяет выявить и измерить воздействие некоторых сил и факторов на рыночные процессы, в частности на товарооборот. Развивается и совершенствуется методология биржевых индексов, а также расчета и анализа индексов деловой активности.

Проявление стихийности в некоторых рыночных процессах заставляет уделять больше внимания проблеме оценки устойчивости и колеблемости ряда показателей состояния и развития рынка. Это связано и с проблемой количественных и качественных характеристик рыночного или коммерческого риска. Зарубежный и накопленный отечественный опыт показывает, что эти методы приносят определенную пользу в прогнозировании.

Анализ рыночной конъюнктуры диктует необходимость выявления и моделирования тенденций рыночных процессов с помощью различных методов анализа динамических рядов и расчета трендовых моделей. В целях прогнозирования рынка можно использовать методы корреляционно-

регрессионного анализа, метод главных компонент и других методов многомерного анализа.

Важную роль в прогнозировании имеет расчет показателей эластичности. В зарубежной практике в целях анализа и прогнозирования ряда рыночных явлений и процессов широко используются методы экспертных оценок и прогнозов. Применяются также специфические методы конъюнктурного анализа.

Стохастический характер массовых рыночных процессов позволяет обращаться к некоторым методам статистического и эконометрического моделирования, в частности к использованию трендовых и регрессионных уравнений, теории принятия решений, теории массового обслуживания (теории очередей). Использование этих методов позволяет выявить силу и вектор влияния различных факторов на рыночные процессы и явления, выявлять благоприятные и неблагоприятные условия инвестирования, принимать оправданные решения по минимизации риска, теория массового обслуживания (теория очередей) дает возможность оптимизировать распределение товаров, оптимально размещать торговые предприятия и т.д. Эти методы нередко находят применение в маркетинге.

В экономической литературе представлено три основных группы методов, используемых в прогнозировании рынка. Общая классификация методов прогнозирования емкости рынка представлена в таблице 3.

Таблица 3. Методы прогнозирования рынка

| Группы методов | Методы прогнозирования рынка |
|----------------------|---|
| Эвристические методы | Методы средней оценки по индивидуальным оценкам экспертов |
| | Метод оптимистических, пессимистических и вероятностных мнений экспертов |
| | Метод комиссии |
| | Метод Дельфы |
| | Метод сводного индекса готовности приобретения продукции целевыми потребителями |
| | Метод разработки сценария |
| | Метод построения деревьев решений |

| | |
|---------------------------------|--|
| Экономико-математические методы | Экстраполятивные модели |
| | Факторные модели: - однофакторные - многофакторные |
| | Эконометрические модели |
| Нормативные методы | Метод нормативных бюджетов потребления: |
| | Метод прожиточного минимума |
| | Метод бюджета достатка |
| | Метод рационального бюджета |

Эвристические методы прогнозирования относятся к качественным методам прогнозирования. Основной особенностью этих методов является оценка будущего состояния прогнозируемого явления при помощи знаний и интуиции. Эти методы хорошо подходят для плохо структурируемых проблем. При использовании эвристических методов нет необходимости в числовом выражении исходных данных. Основным недостатком эвристических методов является ограниченная объективность и надежность.

Наиболее популярными качественными методами являются метод Дельфы, метод разработки сценария, метод построения древа целей и др.

Метод Дельфы – представляет собой форму опроса экспертов, при которой их анонимные ответы собирают в течение нескольких туров и через ознакомление с промежуточными результатами получают групповую оценку интересующего процесса. Преимуществом метода являются – наглядность результатов, привлечение экспертов по рассматриваемой проблеме. Недостатки – негибкость методики, значительные затраты времени, склонность к консервативным оценкам, низкая предсказуемость в нестандартных ситуациях.

Метод разработки сценария – предсказание развития будущего состояния прогнозируемого объекта с определением возможных действий по достижению этого состояния. Метод хорошо подходит для сложных комплексных проблем. Методу присущи общие для группы недостатки - высокая субъективность и трудность проверки результатов.

Метод построения деревьев решений относится к экспертным методам. Он предполагает предписание каждому варианту развития прогнозируемого процесса определенную степень вероятности. Для этого часто используется метод статистики Байеса.

Экономико-математические и нормативные методы относятся к количественным методам прогнозирования. Количественные методы предполагают оценку будущего на основе информации о прошлом с использованием математических и статистических методов. Для прогнозирования количественными методами необходимо четкое структурирование проблемы.

Наиболее часто используемым из количественных методов является экстраполяция. Экстраполяция представляет собой проекцию временного ряда в будущее. Ключевыми преимуществами экстраполяции являются низкие затраты на разработку прогноза и быстрое получение результата. Следует понимать, что резкие изменения временного ряда существенно ограничивают область применения экстраполяции. При прогнозировании методами экстраполяции часто применяется такой прием как декомпозиция. Декомпозиция может быть использована для выделения из исходного динамического ряда тенденции, циклических колебаний и случайных отклонений.

Регрессионный анализ – метод определения направления и силы связи между независимыми и зависимой переменными. Регрессия бывает однофакторной и многофакторной. Одной из разновидностей регрессионного анализа является авторегрессия, когда прогноз выражается в виде комбинации значений прошлых периодов.

Эконометрические модели представляют собой систему параллельной оценки явления с использованием нескольких многофакторных и экстраполятивных моделей.

Нормативные методы предполагают оценку будущих задач, потребностей, желательных целей и т.д., на основе которых устанавливается связь с событиями, необходимыми для достижения поставленных целей.

Самым ответственным моментом анализа, завершающим всю проделанную расчетную работу, является интерпретация полученных показателей и параметров построенных моделей, а также выводы, которые формулируются в итоге исследования. Целесообразно в отдельных случаях давать рекомендации менеджерским службам, которым адресуются выводы данного исследования. Обычно результаты статистических расчетов оформляются в виде таблиц, графиков и текстовых пояснений.

Следует обратить внимание на ошибки, которые наиболее часто встречаются при разработке прогнозов. К их числу относятся: оценка лишь одного варианта развития прогнозируемого явления; чрезмерное доверие результатам полученным с использованием методов экстраполяции; недооценка влияния факторов; неполный учет предполагаемых изменений конъюнктуры; стремление выдать желаемое за действительное.

Избежать подобных ошибок помогает глубокое изучение прогнозируемого рынка и построение модели адекватной экономическим процессам.

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 3. В таблице 4 приведена информация об оснащенности жилищного фонда бытовыми приборами учета воды.

Таблица 4. Оснащенность жилищного фонда приборами учета воды

| Год | Оснащенность жилищного фонда приборами учета воды, млн. шт. |
|------|---|
| 2000 | 0,01 |
| 2001 | 0,03 |
| 2002 | 0,06 |
| 2003 | 0,11 |
| 2004 | 0,22 |
| 2005 | 0,43 |
| 2006 | 0,82 |
| 2007 | 1,61 |

В соответствии государственной политикой по стимулированию экономического потребления ресурсов населением предполагается в период до 2010г. полностью оснастить жилищный фонд приборами учета воды. Количество квартир, включая индивидуальные жилые дома, не оборудованных приборами учета воды составляет 1,5 млн. Средняя оснащенность приборами учета воды составляет 2,03 шт./квартиру.

Рассчитайте и прогнозную емкость рынка бытовых приборов учета воды на 2008г. Сделайте предположения о тенденции рынка бытовых приборов учета воды на долгосрочную перспективу.

При оценке емкости рынка необходимо учесть следующую информацию. Потребность рынка на 2008г. в бытовых приборах учета воды для нового жилья составляет 115 тыс.шт. Ежегодный темп прироста ввода нового жилья в эксплуатацию составляет 15%. Плановая замена бытовых приборов учета воды производится один раз в пять лет.

Результаты выполнения задания изложите в аналитическом отчете.

Задание 4. Изучите динамику и структуру численности абонентов мобильной связи Республики Беларусь по данным таблицы 4. При необходимости обновите данные³. Обратите внимание на особенности динамики численности в различные периоды.

Таблица 5. Динамика рынка мобильной связи Республики Беларусь (июнь 2003г. – январь 2008г.)

| Период | | Численность абонентов мобильной связи, тыс. аб. | | | | |
|--------|-------|---|-------|-----------------|------|-------|
| Год | Месяц | VELCOM | МТС | DIALOG (БелСел) | БeCT | Всего |
| 2003 | Июнь | 500,0 | 135,0 | 19,0 | - | 654 |
| | Июль | 501,2 | 193,9 | 18,0 | - | 713 |

³ Информацию о численности абонентов мобильной связи можно получить на сайтах операторов мобильной связи (<http://www.velcom.by>, <http://www.mts.by>, <http://www.diallog.by>, <http://www.best.by>) или на странице «Колькасць абанентаў у Беларусі» сайта <http://belnetmon.bn.by/tracking.html>

| | | | | | | |
|------|----------|---------|---------|------|-------|-------|
| | Август | 528,6 | 241,2 | 19,2 | - | 789 |
| | сентябрь | 546,3 | 296,1 | 21,6 | - | 864 |
| | Октябрь | 569,6 | 348,1 | 19,3 | - | 937 |
| | Ноябрь | 588,4 | 393,7 | 20,9 | - | 1 003 |
| | Декабрь | 637,3 | 470,4 | 23,3 | - | 1 131 |
| 2004 | январь | 651,6 | 514,4 | 27,0 | - | 1 193 |
| | февраль | 679,4 | 557,2 | 22,3 | - | 1 259 |
| | Март | 712,9 | 594,9 | 42,2 | - | 1 350 |
| | апрель | 739,1 | 634,7 | 50,2 | - | 1 424 |
| | Май | 778,0 | 687,1 | 50,9 | - | 1 516 |
| | Июнь | 817,4 | 742,3 | 57,3 | - | 1 617 |
| | Июль | 851,4 | 809,2 | 64,4 | - | 1 725 |
| | август | 893,7 | 888,8 | 69,5 | - | 1 852 |
| | сентябрь | 941,4 | 961,2 | 73,3 | - | 1 976 |
| | октябрь | 994,3 | 1 023,9 | 76,8 | - | 2 095 |
| | ноябрь | 1 039,7 | 1 078,9 | 80,4 | - | 2 199 |
| | декабрь | 1 108,0 | 1 185,1 | 86,9 | - | 2 380 |
| 2005 | январь | 1 147,1 | 1 234,6 | 91,4 | - | 2 473 |
| | февраль | 1 187,0 | 1 279,0 | 93,0 | - | 2 559 |
| | Март | 1 243,9 | 1 350,8 | 90,4 | - | 2 685 |
| | апрель | 1 291,6 | 1 408,1 | 90,3 | - | 2 790 |
| | Май | 1 346,5 | 1 472,4 | 90,1 | - | 2 909 |
| | Июнь | 1 401,3 | 1 546,2 | 99,5 | - | 3 047 |
| | Июль | 1 449,3 | 1 623,2 | 99,5 | - | 3 172 |
| | август | 1 525,5 | 1 709,0 | 99,5 | - | 3 334 |
| | сентябрь | 1 588,5 | 1 796,1 | 99,5 | - | 3 484 |
| | октябрь | 1 646,2 | 1 868,3 | 99,5 | - | 3 614 |
| | ноябрь | 1 698,5 | 1 930,1 | 99,4 | - | 3 728 |
| | декабрь | 1 818,2 | 2 035,2 | 93,6 | - | 3 947 |
| 2006 | январь | 1 865,7 | 2 085,7 | 95,7 | 1,9 | 4 049 |
| | февраль | 1 907,6 | 2 146,1 | 95,4 | 3,0 | 4 152 |
| | Март | 1 981,4 | 2 208,4 | 94,6 | 6,6 | 4 291 |
| | апрель | 2 024,3 | 2 275,0 | 94,6 | 7,1 | 4 401 |
| | Май | 2 081,2 | 2 349,6 | 94,2 | 8,9 | 4 534 |
| | Июнь | 2 146,3 | 2 423,4 | 93,9 | 8,5 | 4 672 |
| | Июль | 2 204,7 | 2 503,6 | 93,4 | 9,3 | 4 811 |
| | август | 2 274,0 | 2 600,8 | 93,4 | 9,8 | 4 978 |
| | сентябрь | 2 330,7 | 2 699,6 | 93,4 | 10,3 | 5 134 |
| | октябрь | 2 389,6 | 2 776,9 | 93,3 | 12,1 | 5 272 |
| | ноябрь | 2 428,0 | 2 838,9 | 93,4 | 31,8 | 5 392 |
| | декабрь | 2 468,7 | 3 043,2 | 85,5 | 26,6 | 5 624 |
| 2007 | январь | 2 449,9 | 3 112,6 | 85,9 | 74,7 | 5 723 |
| | февраль | 2 483,3 | 3 152,0 | 86,0 | 105,7 | 5 827 |

| | | | | | | |
|------|----------|---------|---------|------|-------|-------|
| | Март | 2 535,4 | 3 216,9 | 88,6 | 119,1 | 5 960 |
| | апрель | 2 578,3 | 3 270,0 | 90,0 | 128,7 | 6 067 |
| | Май | 2 621,7 | 3 342,0 | 91,1 | 138,2 | 6 193 |
| | Июнь | 2 650,2 | 3 434,9 | 91,8 | 147,1 | 6 324 |
| | Июль | 2 683,0 | 3 522,6 | 92,4 | 155,0 | 6 453 |
| | август | 2 755,6 | 3 591,2 | 92,5 | 162,7 | 6 602 |
| | сентябрь | 2 823,9 | 3 650,6 | 92,6 | 172,8 | 6 740 |
| | октябрь | 2 898,3 | 3 697,8 | 91,9 | 175,9 | 6 864 |
| | ноябрь | 2 957,8 | 3 739,9 | 92,2 | 179,1 | 6 969 |
| | декабрь | 3 067,0 | 3 814,9 | 92,9 | 182,3 | 7 157 |
| 2008 | январь | 3 122,6 | 3 845,1 | 92,7 | 183,6 | 7 244 |

Сделайте прогноз прироста численности абонентов на следующий месяц одним из групповых экспертных методов. При оценке прироста учтите ситуацию, сложившуюся на рынке. Обобщите мнения экспертов. Оцените разброс их мнений и степень согласованности. В качестве обобщенной характеристики мнений экспертов используйте среднюю величину мнений экспертов. Оценку разброса мнений экспертов произведите при помощи коэффициента вариации. Для оценки согласованности мнений экспертов рассчитайте коэффициент согласованности. Результаты представьте по форме таблицы 6. Сделайте выводы. Сформируйте аналитический отчет.

Таблица 6. Обобщенная оценка мнений экспертов

| Оператор мобильной связи | Экспертная оценка прироста численности абонентов, тыс. аб. | | | Средняя экспертная оценка, тыс. аб. | Вариация мнений экспертов, % | Коэффициент согласованности мнений экспертов |
|--------------------------|--|-----|-----|-------------------------------------|------------------------------|--|
| | № 1 | № 2 | ... | | | |
| Velcom | | | | | | |
| МТС | | | | | | |
| DIALLOG (БелСел) | | | | | | |
| БелСТ | | | | | | |

3. Прогнозирование рынка методами экстраполяции

Цель: получить навыки прогнозирования рынка методами экстраполяции

Задачи:

- изучить область применения методов экстраполяции
- рассмотреть понятие временного ряда и его основных компонент
- рассмотреть основные типы функций для прогнозирования временных рядов
- изучить методы подбора функций
- изучить оценочные показатели экстраполятивных моделей
- изучить методы анализа и предварительной обработки временных рядов
- уметь применять полученные знания для построения экстраполятивных моделей

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Сущность метода экстраполяции
2. Временной ряд и его основные компоненты
3. Характеристика основных функций, используемых в экономических прогнозах
4. Метод наименьших квадратов и его альтернативы
5. Показатели оценки качества экстраполятивных моделей
6. Методы анализа и предварительной обработки временных рядов
7. Расчет доверительных интервалов прогноза

Краткое содержание темы

Одним из наиболее распространенных методов прогнозирования является экстраполяция, т.е. продление в будущее тенденции, наблюдаемой в прошлом.

При таком подходе к прогнозированию предполагается, что размер признака, характеризующего явление, формируется под воздействием множества факторов. При этом не представляется возможным выделить порознь их влияние.

Следовательно, ход развития прогнозируемого процесса связывается не с какими либо конкретными факторами, а с течением времени.

Экстраполяция базируется на следующих допущениях:

1. Описываемое явление может быть с достаточным основанием описано плавной кривой (т.е. трендом);
2. Основное условие, определяющее тенденцию развития в прошлом не претерпит существенных изменений в будущем.

Поскольку экстраполяция основана на выявлении тенденции развития процесса во времени, то прогнозирование с ее помощью обычно сводится к подбору аналитических выражений или моделей трендов по данным за прошлые периоды времени.

$$y=f(t) \tag{1}$$

где y – численное значение прогнозируемого явления, t – номер прогнозируемого периода.

Основным назначением экстраполяции является прогнозирование временных рядов.

Временной ряд представляет собой набор последовательных значений данных, наблюдаемых через равные промежутки времени.

Прогнозирование временных рядов методами экстраполяции проводится в следующем порядке:

1. Определение природы ряда и подбор функции, описывающей динамический ряд;

2. Прогнозирование (предсказание будущих значений временного ряда по настоящим и прошлым значениям).

Такой подход предполагает, что модель ряда должна быть идентифицирована и формально описана. После чего, можно с ее помощью интерпретировать рассматриваемые данные, а затем экстраполировать ряд на основе найденной модели, т.е. предсказать его будущие значения.

В анализе и прогнозировании временных рядов используются такие понятия как: тренд ряда, циклическая составляющая ряда и шумовая компонента. Дадим краткое пояснение данным элементам.

Формально, временной ряд – это ряд наблюдений анализируемой случайной величины, произведенных в последовательные моменты времени.



Рисунок 1. График временного ряда.

Если приведенный динамический ряд можно разделить на трендовую, циклическую и шумовую компоненту, то примерный вид каждой из компонент можно представить на рисунках 2, 3 и 4.

Трендом называют неслучайную функцию, формируемую под действием общих или долговременных тенденций, влияющих на динамический ряд. Например в качестве формирующей тенденции может выступать фактор роста исследуемого рынка.

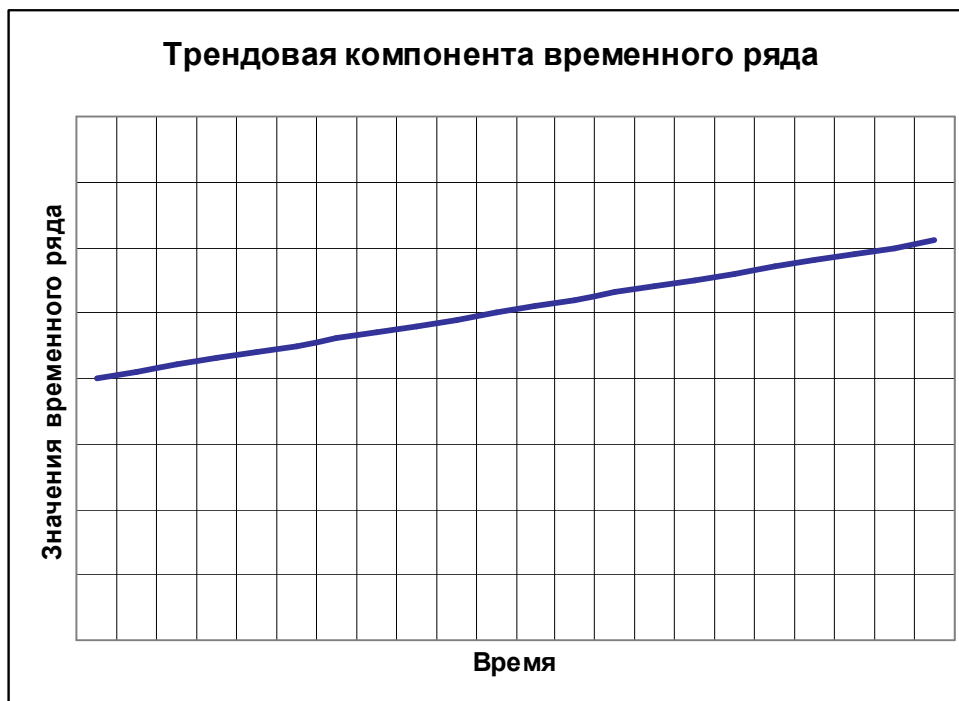


Рисунок 2. Трендовая компонента временного ряда

Не существует автоматического способа обнаружения тренда во временном ряде. Однако если тренд является монотонным (устойчиво возрастает или устойчиво убывает), то анализировать такой ряд обычно нетрудно. Если временные ряды содержат значительную ошибку, то для выделения тренда используют различные инструменты сглаживания.

Циклической компонентой также является неслучайная функция, обусловленная действием циклов различной природы. Частным случаем циклических колебаний являются, например, сезонные колебания. Функция, описывающая сезонные колебания, формируется на основе периодически повторяющихся в определенное время года колебаний исследуемого ряда.

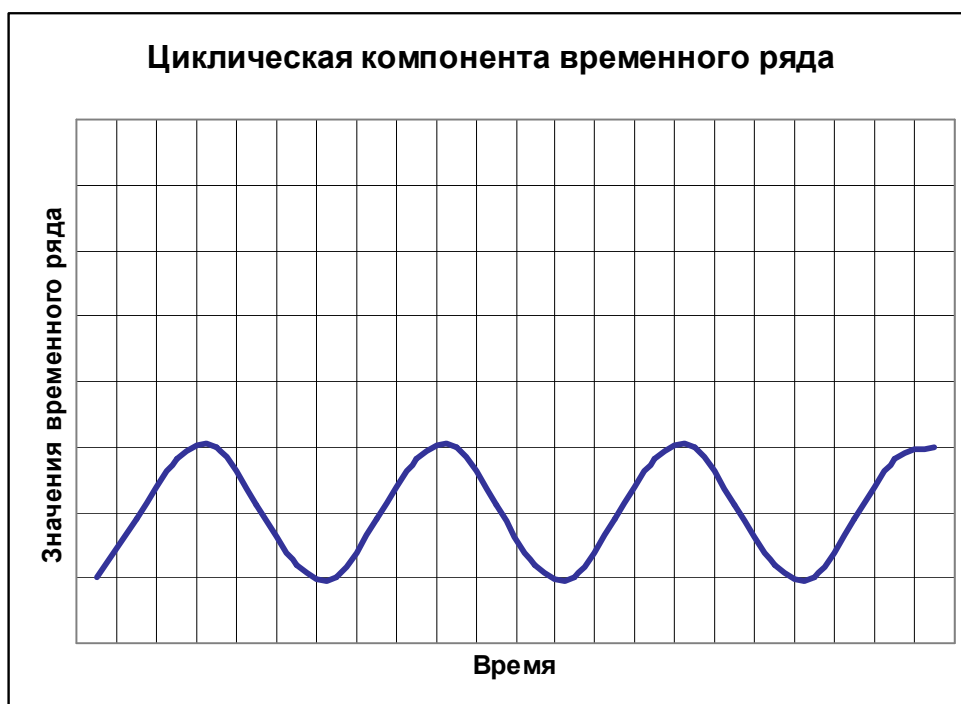


Рисунок 3. График циклической компоненты временного ряда

Шумом во временном ряде называют случайные отклонения временного ряда. Как правило, шум затрудняет прогнозирование методами экстраполяции и во многих случаях делает экстраполяцию невозможной.

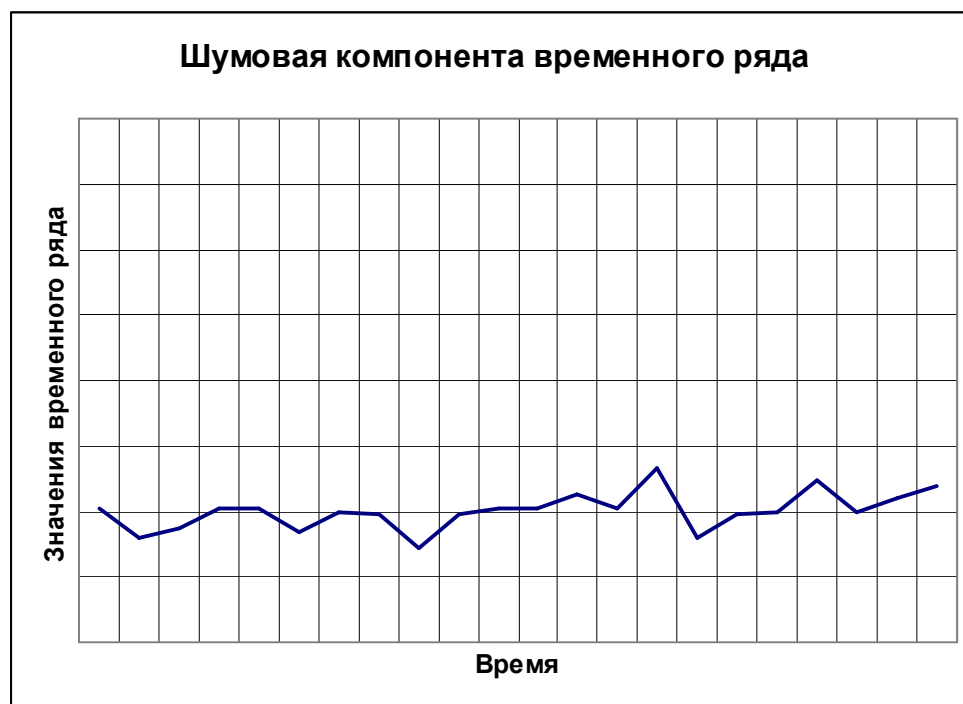


Рисунок 4. Шумовая компонента временного ряда

Как и большинство других видов анализа, анализ временных рядов предполагает, что данные содержат систематическую составляющую (обычно включающую несколько компонент) и случайный шум (ошибку), который затрудняет обнаружение регулярных компонент. Большинство методов исследования временных рядов включает различные способы фильтрации шума, позволяющие увидеть регулярную составляющую более отчетливо.

Наиболее простым случаем прогнозирования методами экстраполяции рядов является ситуация, когда исходный динамический ряд содержит выраженную трендовую компоненту, а циклическая и шумовая компоненты либо отсутствуют, либо незначительны. Пример такого динамического ряда приведен на рисунке 5.

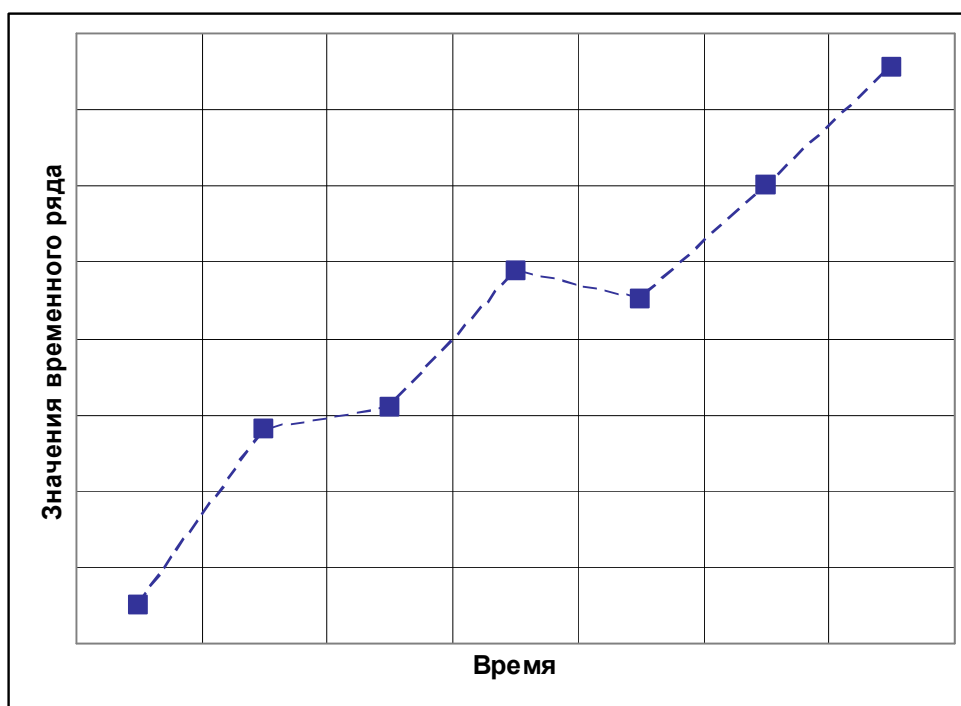


Рисунок 5. Пример динамического ряда с выраженной трендовой компонентой

Прогнозирование значений такого ряда сводится к подбору функции, наилучшим образом описывающей исходные значения ряда, и продление подобранной функции в область, лежащую за границей наблюдения (см. рис.6). Такая функция численно выражается уравнением регрессии.

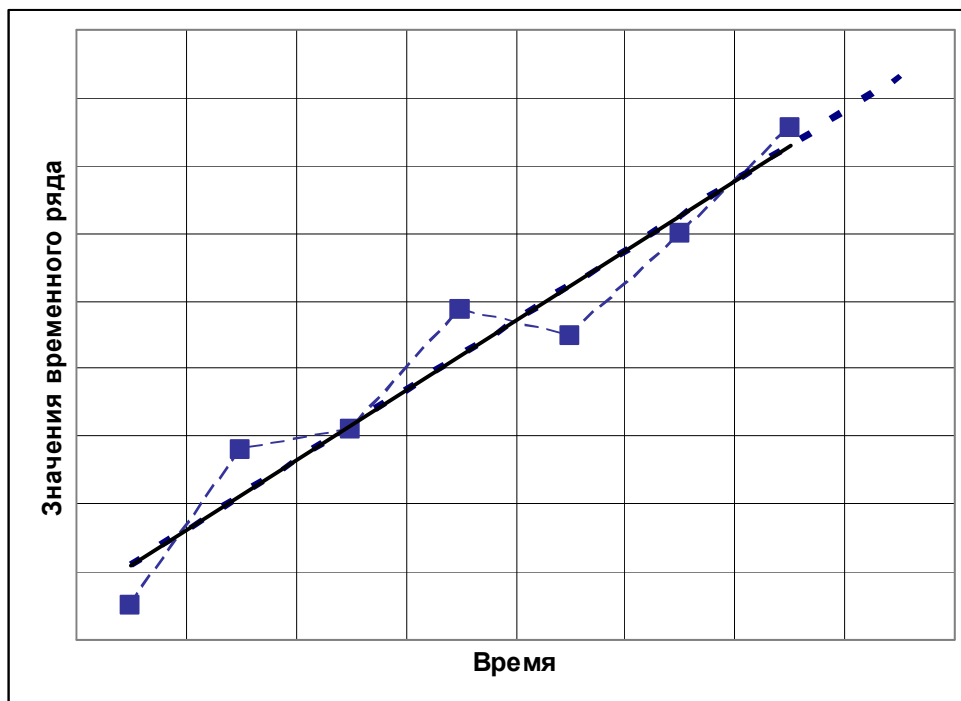


Рисунок 6. Прогноз динамического ряда методом экстраполяции

Подбор функции для прогнозирования, чаще всего, осуществляется методом наименьших квадратов.

Метод наименьших квадратов – общий термин, охватывающий группу методов эконометрической оценки. Оценка основывается на минимизации суммы квадратов расстояний между полученными из наблюдений точками и расчетными значениями, получаемыми из уравнения регрессии.

Разновидностями метода наименьших квадратов являются:

- обычный метод наименьших квадратов,
- двухступенчатый метод наименьших квадратов,
- обобщенный метод наименьших квадратов,
- взвешенный метод наименьших квадратов.

В основе метода лежат следующие рассуждения: при подборе функции необходимо минимизировать разницу между фактическими данными и расчетными (вычисленными при помощи предложенной модели). Это позволяет рассчитать параметры модели с помощью метода наименьших квадратов с минимальной погрешностью.

Мерой разницы в методе наименьших квадратов служит сумма квадратов отклонений фактических значений динамического ряда от расчетных. Выбираются такие значения параметров модели, при которых сумма квадратов разностей будет наименьшей – отсюда название метода.

Функция потерь для метода наименьших квадратов может быть записана следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i^{\phi} - Y_i^p)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Y_i^{ϕ} – фактические значения динамического ряда, Y_i^p – расчетные значения динамического ряда, n – количество наблюдений динамического ряда.

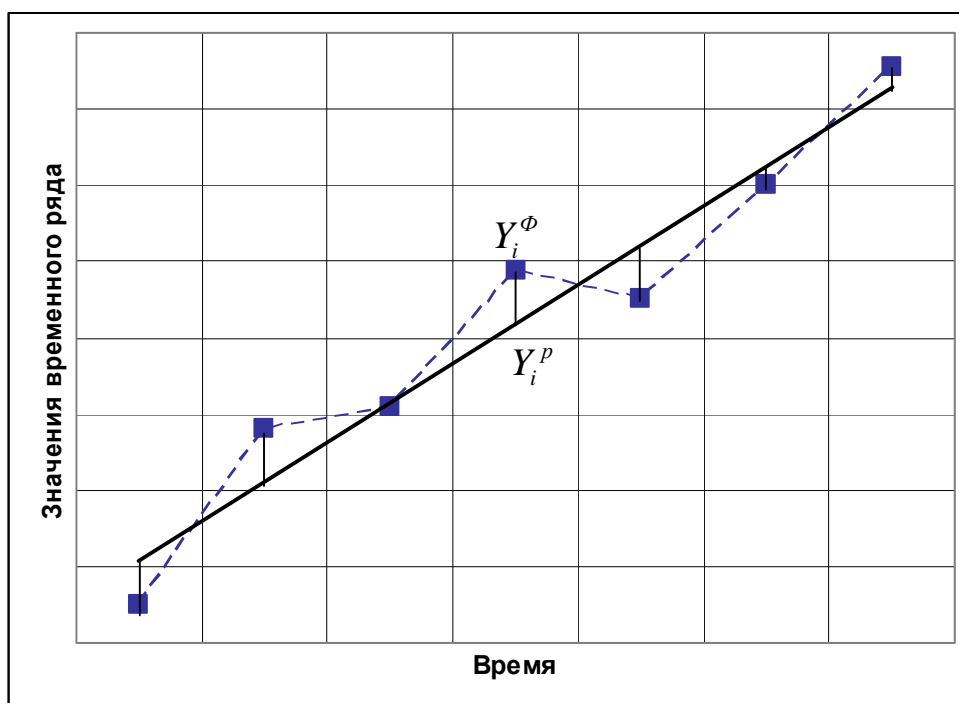


Рисунок 7. Подбор функции для экстраполяции

Таким образом, подбор параметров регрессионного уравнения осуществляется путем минимизации функции потерь (см. рис.7).

Наиболее распространенными алгоритмами минимизации функции потерь являются:

- квази-ньютоновский метод - вычисляет значения функции в различных точках для оценивания первой и второй производной, используя эти

данные для определения направления изменения параметров и минимизации функции потерь;

- симплекс-метод - этот алгоритм не использует производные функции потерь. Вместо этого, при каждой итерации функция оценивается в $m+1$ точках m -мерного пространства. Например, на плоскости (т.е., при оценивании двух параметров) вычисляется значение функции потерь в трех точках в окрестности текущего минимума. Эти три точки определяют треугольник в многомерном пространстве. Получаемая фигура называется симплекс. Интуитивно понятно, что в двумерном пространстве три точки позволяют выбрать “в каком направлении двигаться”, т.е., в каком направлении на плоскости менять параметры для минимизации функции. Похожие принципы применимы в многомерном параметрическом пространстве, т.е., симплекс будет постепенно “смещаться вниз по склону”, в сторону минимизации функции потерь. Если же текущий шаг окажется слишком большим для определения точного направления спуска, (т.е. симплекс слишком большой), процедура произведет уменьшение симплекса и продолжит вычисления. Дополнительное преимущество симплекс-метода в том, что при нахождении минимума симплекс снова увеличивается для проверки: не является ли этот минимум локальным.

Модификации могут быть подвергнуты не только алгоритмы минимизации функции потерь, но и сама функция потерь. Например, для уменьшения влияния выбросов на результат подбора уравнения регрессии вместо классической функции потерь можно использовать сумму модулей отклонений фактических значений динамического ряда от расчетных.

При подборе функции методом экстраполяции рассчитывают отдельные показатели, позволяющие оценить построенную модель. Эти показатели можно условно разделить на следующие группы:

- показатели, характеризующие тесноту связи между прогнозируемым показателем и независимым фактором (в случае экстраполяции фактором

выступает время). К этой группе чаще всего относят коэффициент корреляции и коэффициент детерминации.

- показатели, характеризующие качество подбора функции. В их число входят: среднеквадратическое отклонение фактических значений ряда от расчетных; относительная ошибка подбора функции; коэффициент аппроксимации и др..

- показатели, определяющие характер подобранной функции. В рамках этой группы обычно рассматривают коэффициенты регрессии подобранного уравнения.

В первую очередь оценивают, коэффициент линейной корреляции (R), показывающий наличие и тесноту связи между параметром (Y) и независимым фактором (X). При линейной форме связи между Y и X рассчитывается линейный коэффициент корреляции:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i^\phi - \bar{X}^\phi)(Y_i^\phi - \bar{Y}^\phi)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i^\phi - \bar{X}^\phi)^2 \sum_{i=1}^n (Y_i^\phi - \bar{Y}^\phi)^2}}, \quad (3)$$

где Y_i^ϕ и X_i^ϕ – фактические данные; \bar{Y}^ϕ и \bar{X}^ϕ – средние фактические значения Y_i^ϕ и X_i^ϕ соответственно; n – количество наблюдений.

Коэффициент корреляции всегда находится в пределах $-1 \leq R \leq 1$, при этом, если $|R|=1$, то связь называют функциональной.

При $R=0$ линейная связь между факторами отсутствует, при $|R| \leq 0,3$ связь слабая, при $0,3 < |R| < 0,7$ – удовлетворительная, при $|R| \geq 0,7$ – высокая. Знак при коэффициенте корреляции указывает на характер зависимости. Если коэффициент корреляции положительный, то зависимость прямая, и, наоборот если отрицательный, то зависимость обратная.

Коэффициентом детерминации (D или R^2) характеризуется степень близости смоделированных данных в их совокупности к исходным данным. Или, другими словами, он показывает, какая часть вариации зависимого фактора (Y) определяется влиянием независимого фактора (X). Расчет

коэффициента детерминации может быть произведен по следующей формуле:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^p - \bar{Y}^p)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^\phi - \bar{Y}^\phi)^2}, \quad (4)$$

где Y_i^p – расчетные значения динамического ряда; \bar{Y}^p – средние расчетные значения динамического ряда.

Коэффициент детерминации изменяется в диапазоне от 0 до 1. Принято считать высоким коэффициент детерминации больше либо равным 0,5.

Среднеквадратическое отклонение фактических значений ряда от расчетных без учета степеней свободы можно рассчитать следующим образом:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^\phi - Y_i^p)^2}{n}} \quad (5)$$

Значение среднеквадратического отклонения фактических значений от расчетных указывает на сколько сильно отличается построенная модель от исходных данных и имеет линейные единицы измерения. Если значение s разделить на \bar{Y}^ϕ , то полученное значение будет характеризовать относительную ошибку подбора функции, которая может быть выражена в долях единицы или процентах. Значение относительной ошибки подбора функции не превышающее 0,1 (или 10%) говорит об удовлетворительном качестве подбора.

Одной из важных характеристик качества подбора функции является коэффициент аппроксимации. Его величина может быть рассчитана по следующей формуле:

$$K_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i^\phi - Y_i^p}{Y_i^\phi} \right| \quad (6)$$

В экономических исследованиях требуется, чтобы K_A стремился к нулю, т.к. при этом приближение значений расчетного ряда к исходному наиболее сильно. Пределы изменения K_A :

$K_A \leq 0,05$ — высокая степень приближения;

$0,05 < K_A < 0,1$ — хорошая степень приближения;

$0,1 < K_A \leq 0,15$ — удовлетворительная степень приближения;

$K_A \geq 0,15$ - неудовлетворительная степень приближения.

Оценка модели при помощи указанных показателей позволяет всесторонне сравнивать между собой различные варианты, аргументировано осуществлять подбор функции для прогнозирования.

Однако при подборе функции следует обращать внимание не только на математическую сторону вопроса, но и оценивать параметры построенных моделей с экономической точки зрения, уметь объяснять закономерности построенных моделей, выявлять мнимые закономерности.

В этой связи очень важно на этапе подбора функции, уметь правильно выбирать нужную функцию, которая будет наилучшим образом соответствовать характеру исходного динамического ряда и объективно отображать закономерности прогнозируемого явления.

Наиболее простой функцией является линейная. Она хорошо описывает процессы, имеющие тенденцию к равномерному росту или снижению. Уравнение регрессии для линейной функции имеет следующий вид:

$$f(t) = a_1 t + b, \quad (7)$$

где a_i и b – параметры регрессионного уравнения, t – время или порядковый номер периода в исходном динамическом ряду.

Знак при коэффициенте регрессии a_1 указывает на рост или снижение линии тренда. Если коэффициент регрессии положительный, то подобранная функция отображает равномерный рост. В противном случае, если коэффициент отрицательный, модель отображает равномерное снижение.

Пример подбора монотонно-возрастающей линейной функции приведен на рисунке 6.

В случае если динамический ряд с течением времени меняет тенденцию с возрастающей на убывающую или просто имеет ускоряющуюся или замедляющуюся тенденцию, то для прогнозирования таких рядов удобно использовать параболу (полином второй степени).

$$f(t)=a_1t+a_2t^2+b \quad (8)$$

Интерпретация коэффициентов регрессии параболы как правило не вызывает затруднений. Коэффициент a_1 показывает линейный рост или снижение, а коэффициент a_2 – ускорение или замедление процесса.

Пример линии тренда, выраженной полиномом второй степени, для прогнозирования динамического ряда приведен на рисунке 8.

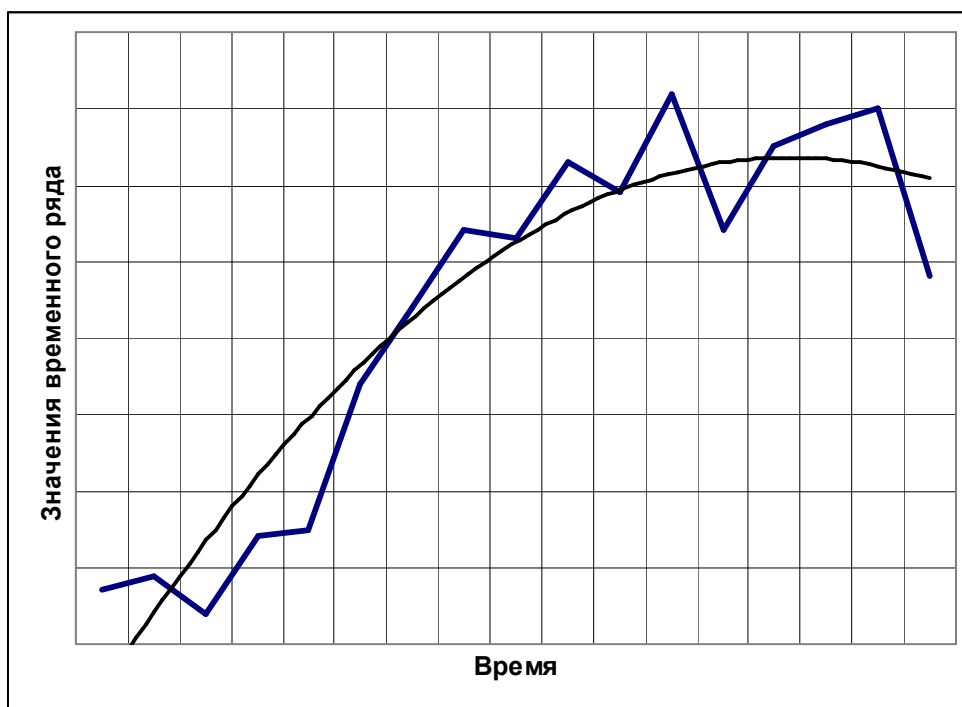


Рисунок 8. Пример линии тренда, выраженной полиномом второй степени

Современное программное обеспечение позволяет подбирать полиномы любой степени, однако в экономическом прогнозировании полиномы выше второй степени используются крайне редко.

Логарифмическая функция удобна для прогнозирования тех экономических процессов, для которых характерно насыщение (см. рис 9). Особенностью этой функции является наличие предела, что делает ее удобной для

прогнозирования экономических явлений, имеющих естественные пределы.

Уравнение логарифмической функции имеет следующий вид:

$$f(t)=a*\ln(t)+b \quad (9)$$



Рисунок 9. Пример линии тренда, выраженной логарифмической кривой

Экспоненциальная кривая удобна для прогнозирования экономических процессов, характеризующихся постоянными темпами роста. Уравнение регрессии для экспоненциальной функции имеет следующий вид:

$$f(t)=b*e^{a*t} \quad (10)$$

Пример линии тренда, выраженной экспоненциальной кривой, приведен на рисунке 10.

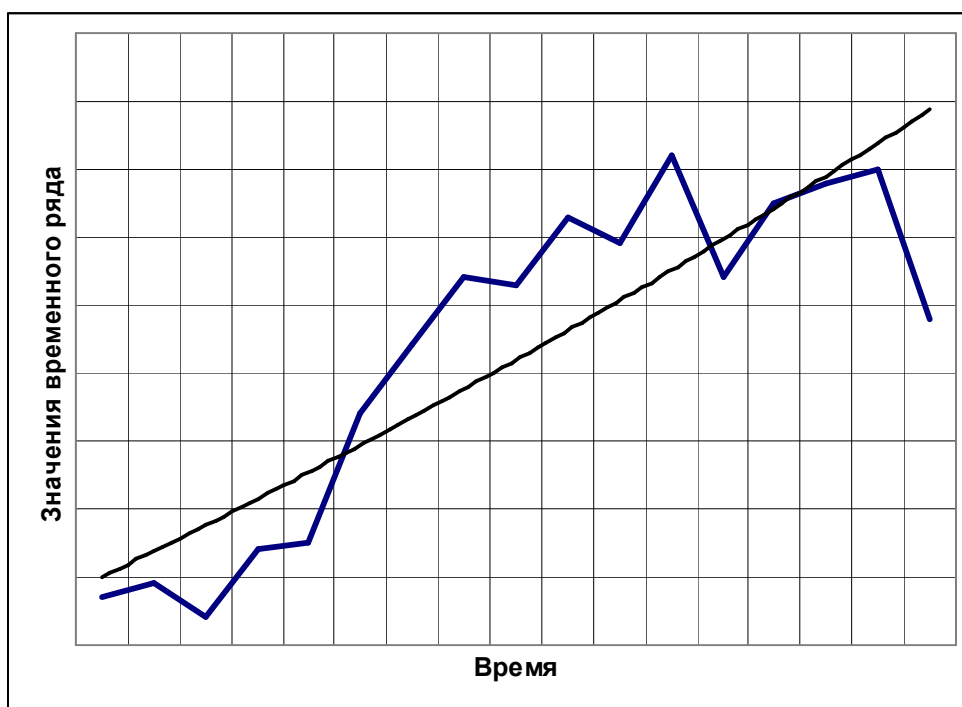


Рисунок 10. Пример линии тренда – экспоненциальная кривая ($a=0,01$)

В рамках примера, изображенного на рисунке 10, темпы роста достаточно низкие (значение коэффициента a близко к нулю). Поэтому визуально экспоненциальная кривая мало отличается от прямой линии. Если темпы роста динамического ряда будут выше (значение коэффициента a положительное), то экспоненциальная функция будет стремительно ускоряться. При отрицательном значении коэффициента a функция будет убывать с замедлением.

Степенная функция выражается следующей уравнением:

$$f(t)=b*t^a \quad (11)$$

Значение степенной функции $f(t)$ будет изменяться быстрее изменения независимого фактора t при $a>1$ и медленнее при $a<1$.

Пример степенной функции приведен на рисунке 11.

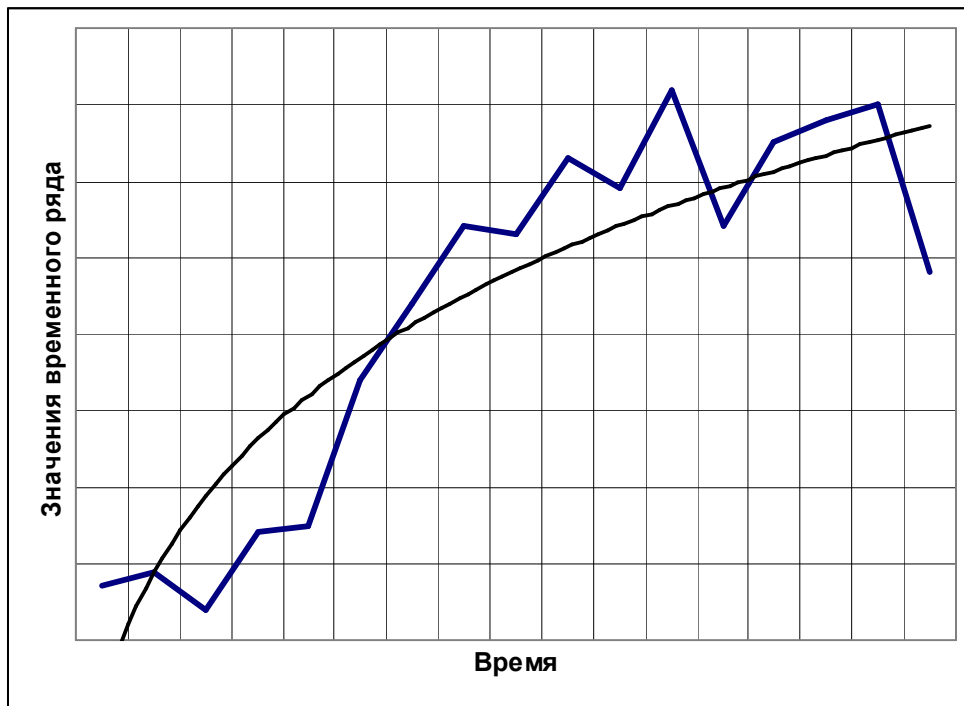


Рисунок 11. Линия тренда, выраженная степенной функцией ($a < 1$)

Отдельное внимание необходимо обратить на логистическую кривую. Пример логистической кривой отображен на рисунке 12.

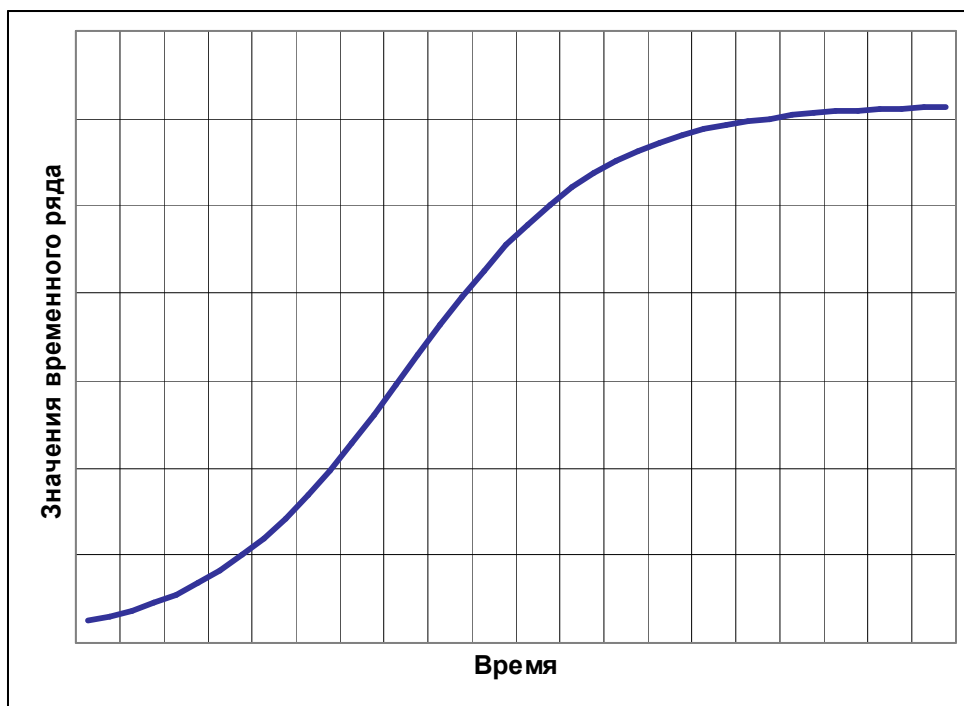


Рисунок 12. Логистическая кривая

Характер логистической функции позволяет прогнозировать многие рыночные процессы, для которых характерен медленный рост на начальных этапах, постепенно ускоряющийся рост по мере развития процесса и замедляющийся рост по мере приближения к точке насыщения рынка.

Уравнение логистической функции выглядит следующим образом:

$$f(t) = \frac{1}{\frac{1}{b} + a_1 * a_2^t} \quad (12)$$

Несмотря на громоздкий вид уравнения, его экономическая интерпретация, как правило, не вызывает затруднений. Очевидно, что коэффициент b характеризует уровень насыщения функции при $0 < a_2 < 1$.

Перечень используемых для экономического прогнозирования функций не исчерпывается перечисленными и может быть существенно расширен. Следует отметить, что, практически всегда, можно подобрать функцию, которая очень точно опишет исходный динамический ряд. Но далеко не всегда характер подбираемой функции будет отражать сложившуюся тенденцию. Поэтому при выборе регрессионного уравнения прогнозист должен, в первую очередь, руководствоваться соответствием характера развития исследуемого процесса и используемой для прогноза функции.

В отдельных случаях, для уменьшения влияния случайных факторов, до начала подбора функции требуется предварительная обработка исходных данных. Предварительная обработка исходного динамического ряда позволяет улучшить качество подбора функции и объективно отобразить основную тенденцию.

Необходимость в предварительной обработке исходных данных может возникать в случае наличия в динамическом ряду, аномальных наблюдений, не носящих закономерного характера, но искажающих общий тренд. Аномальные наблюдения могут возникать, как в результате воздействия случайных факторов, так и ошибок наблюдения.

Существует несколько способов устранения аномальных наблюдений:

- сглаживание;

- исключение;
- разбиение исходного динамического ряда.

Сглаживание аномальных данных может быть применено в том случае, если аномальные явления находятся в середине динамического ряда.

Пример такого аномального наблюдения приведен на рисунке 13.

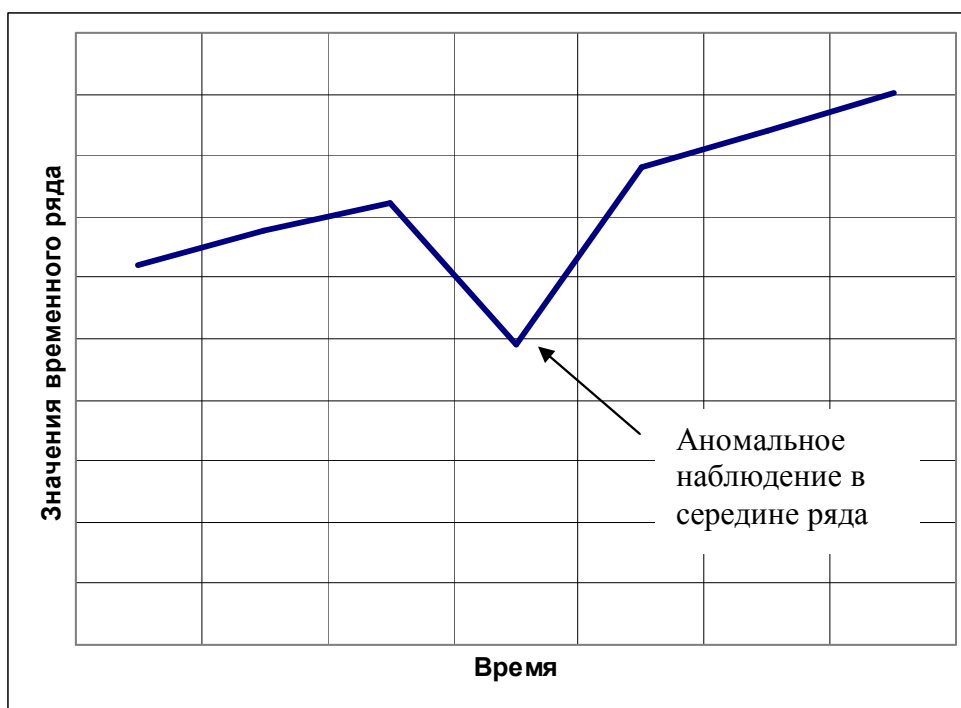


Рисунок 13. Пример аномального наблюдения находящегося в середине динамического ряда

Такое аномальное значение заменяется средней величиной соседних наблюдений:

$$Y_t^{\text{сглаж}} = \frac{Y_{t-1} + Y_{t+1}}{2} \quad (13)$$

где $Y_t^{\text{сглаж}}$ – сглаженное значение динамического ряда за период t , Y_{t-1} и Y_{t+1} – значения исходного ряда в периоды $t-1$ и $t+1$ соответственно.

Исключение аномальных явлений целесообразно в тех случаях, когда аномальное наблюдение находится крайнем участке динамического ряда (см. рис. 14).

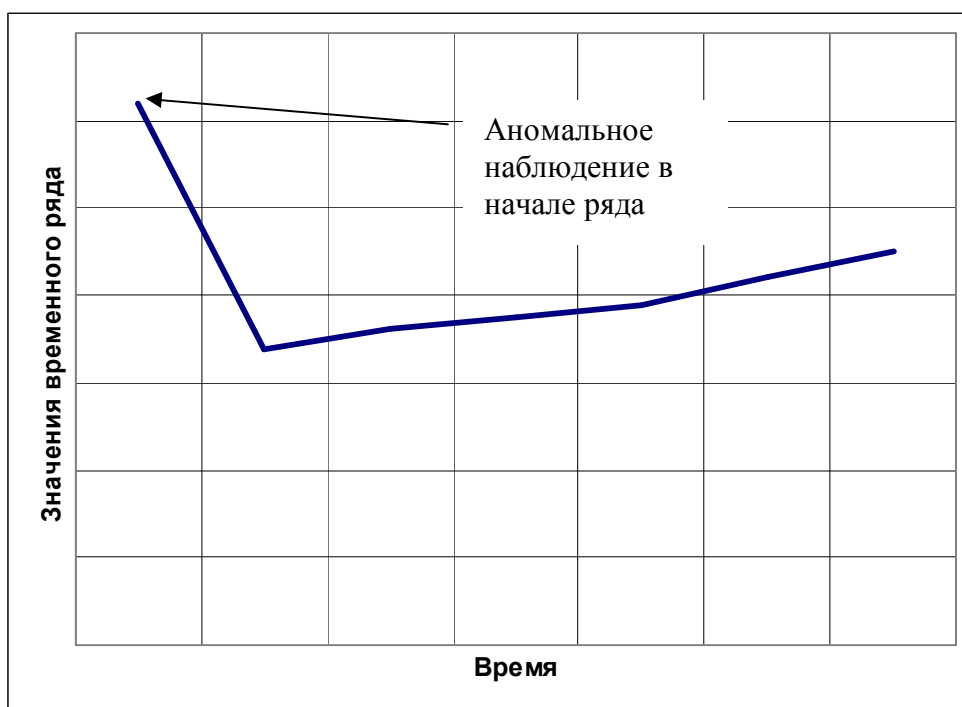


Рисунок 14. Пример аномального наблюдения, находящегося в начале динамического ряда

Разбиение исходного динамического ряда на несколько участков целесообразно в том случае, когда тенденция существенно изменяется на различных отрезках времени (см. рис. 15). В этом случае выбор периода позволяет подобрать кривую, наименее отклоняющуюся от исходных фактических наблюдений. Это дает нам возможность наиболее точно описать требуемую тенденцию.

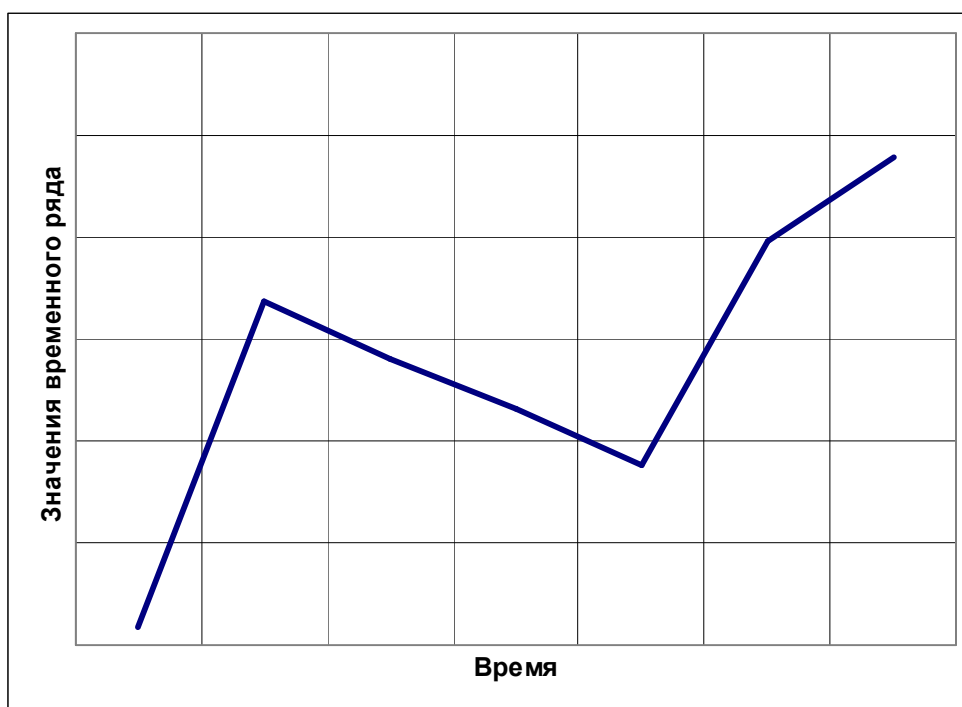


Рисунок 15. Пример динамического ряда с изменяющейся тенденцией

Следует обратить внимание на то, что выбор отдельного участка динамического ряда уменьшает количество наблюдений, по которым будет осуществляться прогноз, и может ухудшить качество прогноза. Поэтому такой подход необходимо применять взвешенно.

Указанные подходы во многих случаях позволяют улучшить качество подбора функции и более точно отобразить тенденцию для прогнозирования.

Завершающим этапом прогноза методом экстраполяции динамического ряда является оценка величины прогнозируемого показателя в будущем. Прогноз рассчитывается на основе полученного регрессионного уравнения путем подстановки в него порядкового номера периода, для которого рассчитывается прогноз.

Полученный таким образом прогноз называется точечным. Точечный прогноз в практике экономического прогнозирования применяется редко. Удобнее пользоваться интервальным прогнозом, который позволяет оценить возможный размах и вероятность наступления прогноза.

Переход от точечного прогноза к интервальному осуществляется путем определения доверительного интервала, который рассчитывается по т.н. «правилу трех сигм». Доверительный интервал позволяет оценить надежность прогноза (вероятность его осуществления), при заданных пределах его точности. В упрощенном варианте доверительный интервал прогноза может быть оценен следующим образом:

$$DI \in [Y^{прогн} - t * s; Y^{прогн} + t * s] \quad (14)$$

где $Y^{прогн}$ – значение точечного прогноза показателя, t – коэффициент (квантиль Т-распределения Стьюдента), связывающий ширину доверительного интервала и вероятность наступления прогноза; s – стандартная ошибка прогноза.

В случае, если распределение отклонений фактических данных от расчетных близко к нормальному закону, то для вероятности 68% – $t=1,0$; 95,0% – $t=2,0$; 99,7% – $t=3,0$.

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 5. В таблице 7 приведена динамика производства цельномолочной продукции в регионе. На основе данных, приведенных в таблице, подобрана линия тренда и построено уравнение регрессии.

Таблица 7. Динамика производства цельномолочной продукции за 1998-2007гг.

| Показатель | Год/Порядковый номер периода | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Производство цельномолочной продукции, тыс.т. | 63,1 | 86,8 | 88,0 | 107,2 | 116,5 | 132,0 | 133,3 | 140,8 | 145,3 | 152,0 |

Результаты подбора функции отображены на рисунках 16 и 17.

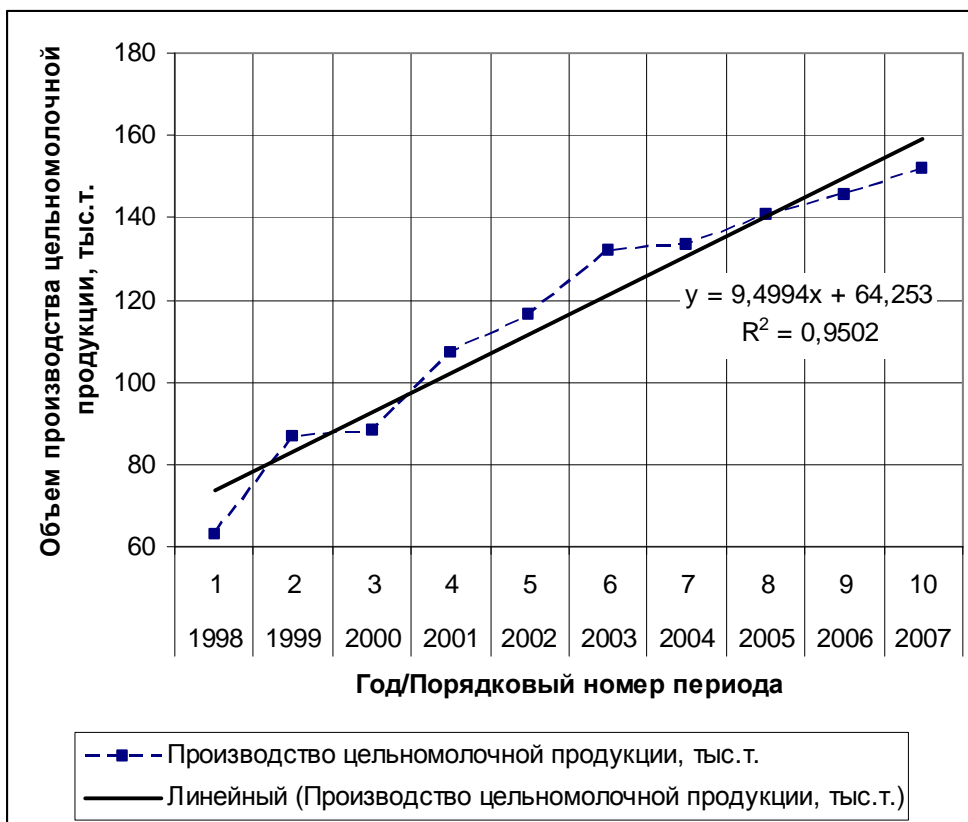


Рисунок 16. Результаты подбора функции (линейная функция)

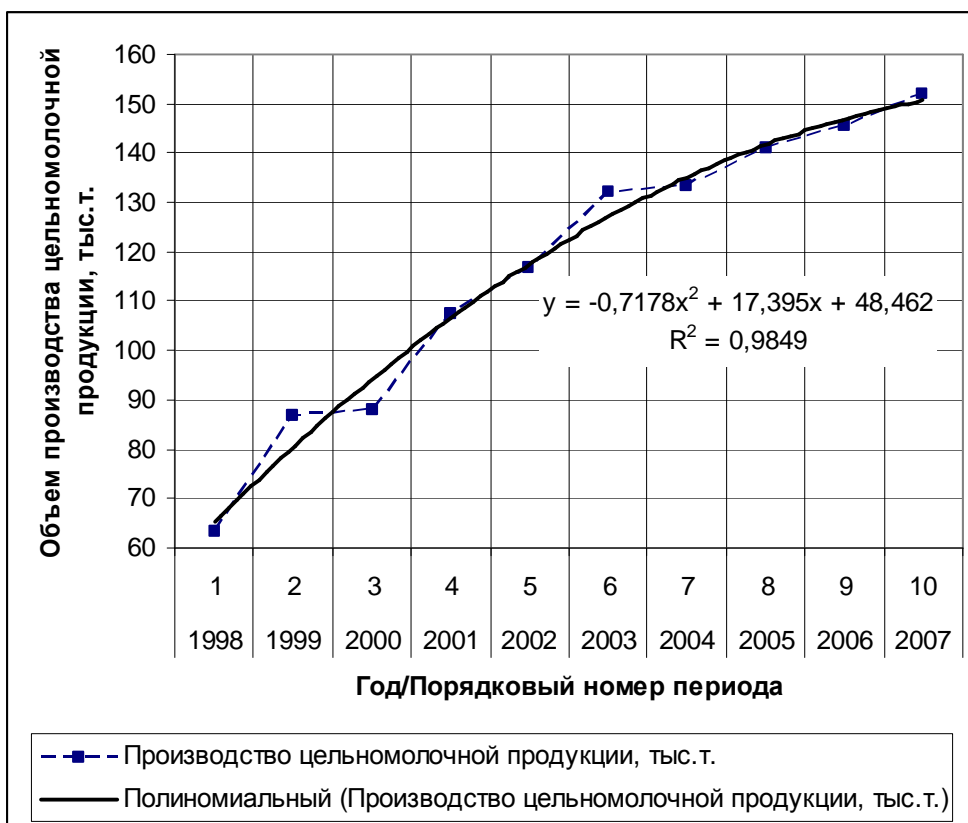


Рисунок 17. Результаты подбора функции (полином второй степени)

Оцените соответствие характера подобранных функций тенденции исходного динамического ряда. Дайте экономическое объяснение каждой из них.

Рассчитайте коэффициент аппроксимации для построенных линий тренда. Обоснуйте выбор подходящей функции. Сделайте прогноз производства цельномолочной продукции на следующий год. Оцените доверительный интервал прогноза.

Результаты выполнения задания изложите в виде аналитической записки.

Задание 6. В таблице 8 представлены данные об использовании производственных мощностей промышленных предприятий республики по выпуску грузовых автомобилей за период с 1998 по 2007гг.

Таблица 8. Использование производственных мощностей промышленных предприятий республики по выпуску грузовых автомобилей за 1998-2007гг., %.

| Год | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Использование производственных мощностей, % | 26,1 | 23,6 | 27,3 | 27,0 | 29,2 | 29,3 | 31,2 | 31,7 | 32,5 | 33,1 |

Сделайте прогноз использования производственных мощностей методом экстраполяции. Полученные результаты изложите в пояснительной записке.

Для разработки прогноза воспользуйтесь следующим алгоритмом:

- 1) Пронумеруйте периоды, начиная с 1-го по 10. Постройте график изменения использования производственных мощностей. Дайте визуальную характеристику динамического ряда.

- 2) При помощи функции КОРРЕЛ Microsoft Excel оцените наличие линейной зависимости использования производственных мощностей от времени.
- 3) Постройте средствами Microsoft Excel линию тренда используя различные типы кривых. Для добавления линии тренда необходимо выделить динамический ряд на построенном графике. Нажать правую кнопку мыши и в выпадающем меню выбрать «Добавить линию тренда».
- 4) Дайте экономическую и математическую интерпретацию подбираемым функциям. Изложите результаты сравнения в виде таблицы. В таблице приведите уравнения регрессии, коэффициенты аппроксимации, экономическую интерпретацию уравнений и коэффициентов регрессии.
- 5) Обоснуйте выбор наиболее подходящей функции. Рассчитать прогнозное значение показателя на 2008г. Оцените доверительные интервалы прогноза.

Задание 7. В таблице 9 приведена выдержка из маркетинговой информационной системы предприятия об объемах продаж упаковочных материалов в разрезе регионов.

Таблица 9. Динамика объемов продаж упаковочных материалов за 1998-2007гг., млрд. руб.

| Область | Год | | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Брестская обл. | 3,74 | 4,32 | 4,56 | 5,20 | 5,84 | 6,95 | 7,78 | 8,60 | 9,75 | 11,01 |
| Витебская обл. | 3,09 | 3,57 | 3,77 | - | 4,83 | 5,75 | - | 7,11 | 8,06 | 9,10 |
| Гомельская обл. | 3,43 | 3,96 | 4,19 | - | 5,36 | 6,38 | 7,13 | 7,89 | 8,94 | 10,10 |
| Гродненская обл. | 4,06 | 4,69 | 4,95 | - | 6,34 | 7,55 | 8,44 | 9,33 | 10,58 | 11,95 |
| Минская обл. | 4,26 | 4,92 | 5,20 | - | 6,65 | 7,92 | 8,86 | 9,80 | 11,10 | 12,54 |

| | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Могилевская обл. | 3,86 | 4,45 | 4,71 | - | 6,02 | 7,17 | 8,02 | 8,87 | 10,05 | 11,35 |
| Всего | 22,45 | 25,92 | 27,38 | 5,20 | 35,02 | 41,73 | 40,23 | 51,59 | 58,48 | 66,04 |

Данные по отдельным областям за 2001г. и 2004г. в маркетинговой информационной системе отсутствуют. Спрогнозируйте величину объема продаж упаковочных материалов на 2008г. в целом по стране. Результаты изложите в аналитическом отчете.

Порядок выполнения задания

1. Пронумеровать периоды, начиная с первого. Отобразить данные о совокупных объемах продаж на графике. Охарактеризовать динамику визуально. Сделать предположения о наиболее предпочтительных функциях для построения прогноза.
2. При помощи функции КОРРЕЛ Microsoft Excel оценить зависимость объемов продаж от времени.
3. Построить средствами Microsoft Excel линию тренда, используя гипотезу о подходящих функциях, выдвинутую в п.1. Визуально оценить характер аппроксимации. Определить факторы, влияющие на качество подбора функции.
4. Подобрать уравнение регрессии, используя известные вам альтернативные функции потерь. Например $\sum_{i=1}^n |y_{fi} - y_{pi}| \rightarrow \min$ Для подбора параметров уравнения использовать встроенные возможности оптимизации Microsoft Excel симплекс методом. (Функция «Поиск решения»)
5. Произвести визуальное сравнение фактических и расчетных данных, полученных в п.4 с помощью графика. Сравнить результаты с результатами, полученными в п.3. Сделать выводы о причинах расхождения результатов, а так же преимуществах и недостатках подбора функции с использованием альтернативной функции потерь. Оце-

нить устойчивость каждого из методов к выбросам исходных данных.

- б. Выбрать наиболее приемлемую для прогнозирования функцию и сделать прогноз на 2008г.

Методические рекомендации по выполнению п.4.

В новой таблице Microsoft Excel поместите исходную информацию в диапазоне ячеек A1:K3, как это показано на рисунке 18.

| | А | В | С | Д | Е | Ф | Г | Н | І | Ј | К |
|---|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Год | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| 2 | Номер периода по порядку | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | Объем продаж (всего) | 22,5 | 25,9 | 27,4 | 5,2 | 35 | 41,7 | 40,2 | 51,6 | 58,5 | 66 |

Рисунок 18. Пример размещения исходной информации в Microsoft Excel

Попытайтесь подобрать параметры регрессионного уравнения вида $y=b+a_1*x+a_2*x^2$. Любое другое регрессионное уравнение может быть подобрано аналогично.

Для подбора регрессионного уравнения необходимо подобрать его параметры b , a_1 , a_2 таким образом, чтобы минимизировать значение альтернативной функции потерь.

$$\sum_{i=1}^n |y_{\phi i} - y_{pi}| \rightarrow \min \quad (15)$$

Воспользуйтесь встроенным инструментарием Microsoft Excel «Поиск решения». Для этого необходимо подготовить исходную информацию и установить необходимые зависимости между ячейками.

Разместить значения коэффициентов b , a_1 , a_2 в ячейки B5:B7 и установить начальные значения равными нулю.

| | A | B |
|---|------------------|---|
| 5 | b= | 0 |
| 6 | a ₁ = | 0 |
| 7 | a ₂ = | 0 |

Рисунок 19. Размещение коэффициентов регрессии

В ячейки B9:K9 необходимо поместить формулы регрессионного уравнения со ссылкой на ячейки, в которых размещены соответствующие значения коэффициентов и номеров периодов. Для этого в ячейку B9 поместите формулу $=B5+B6*B2+B7*B2^2$ и скопируйте ее в остальные ячейки диапазона. В результате ячейки B9:K9 будут заполнены формулами со ссылкой на параметры регрессионного уравнения и на соответствующий номер периода. Результаты вычисления в этих ячейках изначально будут равны нулю, однако, варьируя значение параметров регрессионного уравнения в ячейках B5:B7, можно наблюдать за изменением значений в ячейках B9:K9.

Для построения функции потерь, используя функцию ABS, в ячейки B10:K10 поместите модуль разности между фактическими и расчетными значениями объема продаж, а в ячейку L10 их сумму. Если для проверки ввести значения коэффициентов уравнения регрессии $b=3$, $a_1=5$, $a_2=8$, то в случае правильного построения зависимостей можно получить следующий результат:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | Год | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | |
| 2 | Номер периода по порядку | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 3 | Объем продаж (всего) | 22,5 | 25,9 | 27,4 | 5,2 | 35 | 41,7 | 40,2 | 51,6 | 58,5 | 66 | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | b= | 3 | | | | | | | | | | |
| 6 | a ₁ = | 5 | | | | | | | | | | |
| 7 | a ₂ = | 8 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Объем продаж (расчетный) | 16 | 45 | 90 | 151 | 228 | 321 | 430 | 555 | 696 | 853 | |
| 10 | Отклонение | 6,45 | 19,1 | 62,6 | 146 | 193 | 279 | 390 | 503 | 638 | 787 | 3024 |

Рисунок 20. Пример построения целевой функции

Оптимизация параметров регрессионного уравнения может быть осуществлена при помощи функции «поиск решения». Для этого в меню «Сервис» необходимо выбрать «Поиск решения». В появившемся диалоговом окне ввести следующие параметры: 1) установить целевую ячейку: \$L\$10; 2) равной: минимальному значению; 3) Изменяя ячейки: \$B\$5:\$B\$7.

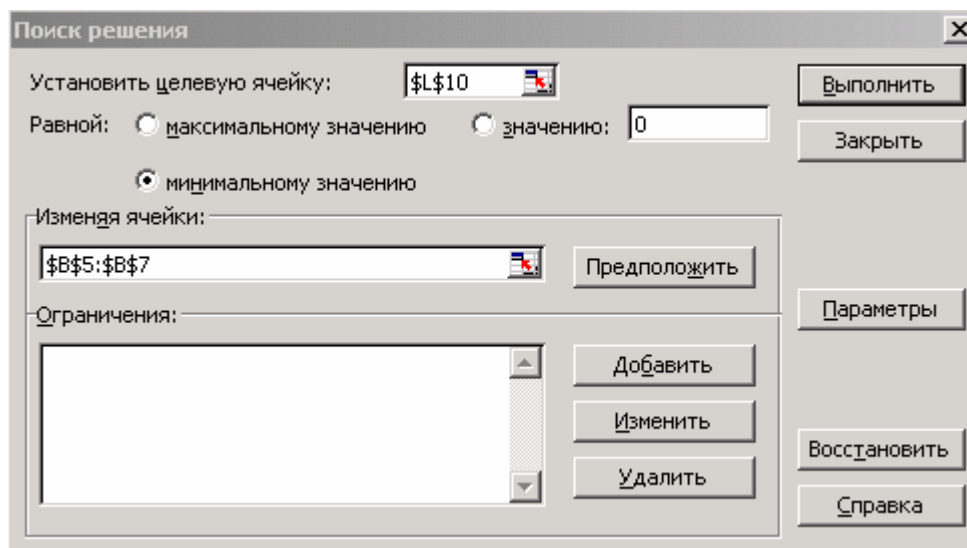


Рисунок 21. Пример параметров надстройки «Поиск решения»

Затем нажать кнопку «выполнить», дождаться результатов оптимизации и подтвердить сохранение найденного решения.

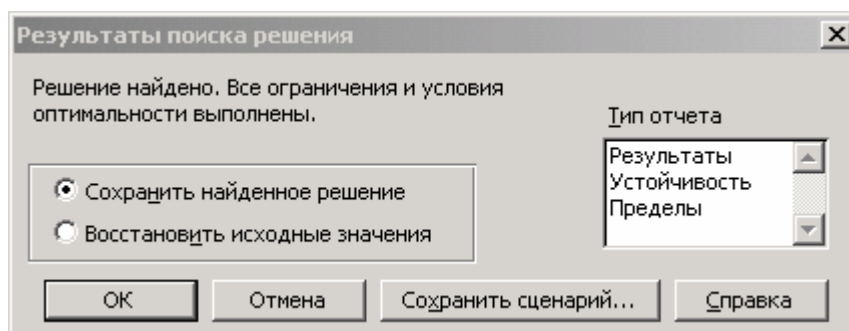


Рисунок 22. Пример диалогового окна по результатам выполнения оптимизации

После проведенной оптимизации, в ячейках B5:B7 будут содержаться параметры регрессионного уравнения, а в ячейках B9:K9 расчетные значения функции за соответствующий период.

Задание 8. На основе информации приведенной в задании 7:

1. Провести сглаживание аномальных значений ряда.
2. Построить график сглаженного динамического ряда и дать оценку тенденции.
3. Подобрать функцию, наилучшим образом описывающую сглаженный динамический ряд.
4. Рассчитать коэффициент аппроксимации и сигму остатков.
5. Выполнить прогноз на 2008г. и рассчитать доверительный интервал.
6. Сравнить результат подбора функции и прогноза с результатами задания 7. Сделать выводы.
7. Результаты выполнения задания изложите в аналитическом отчете.

Задание 9. В таблице 10 представлены данные об объемах сбыта металлопроката за 12 месяцев отчетного года.

Таблица 10. Объемы сбыта металлопроката, тыс.т.

| Месяц | Объем сбыта |
|----------|-------------|
| Январь | 623,2 |
| Февраль | 631,5 |
| Март | 630,1 |
| Апрель | 638,2 |
| Май | 645,3 |
| Июнь | 652,8 |
| Июль | 648,2 |
| Август | 654,2 |
| Сентябрь | 658,4 |
| Октябрь | 654,4 |
| Ноябрь | 653,2 |
| Декабрь | 653,6 |

Рассчитайте прогноз объемов сбыта металлопроката на 1 месяц вперед **методом экстраполяции**. Оцените долю предприятия на рынке, если про-

гнозная емкость рынка металлопроката в следующем месяце составит 2,7млн.т.

Для выполнения задания воспользуйтесь разработанной на кафедре промышленного маркетинга и коммуникаций учебной программой **прогнозирования временных рядов REG 45**.

Программа вызывается из среды Microsoft Excel – файл **R71**. Файл можно получить у преподавателя или на сервере учебных материалов в локальной сети БГЭУ по адресу «*\\Monitor\UchebM\Факультеты\Факультет маркетинга*».

Внимание: Перед открытием программы убедитесь, что в *Microsoft Excel* установлен уровень безопасности от макросов не выше среднего. Проверить уровень безопасности от макросов можно последовательно выполнив команды меню *Сервис\Макрос\Безопасность*. При открытии программы макросы отключать не следует.

После открытия программы необходимо выбрать рабочий лист REG45, который выглядит следующим образом:

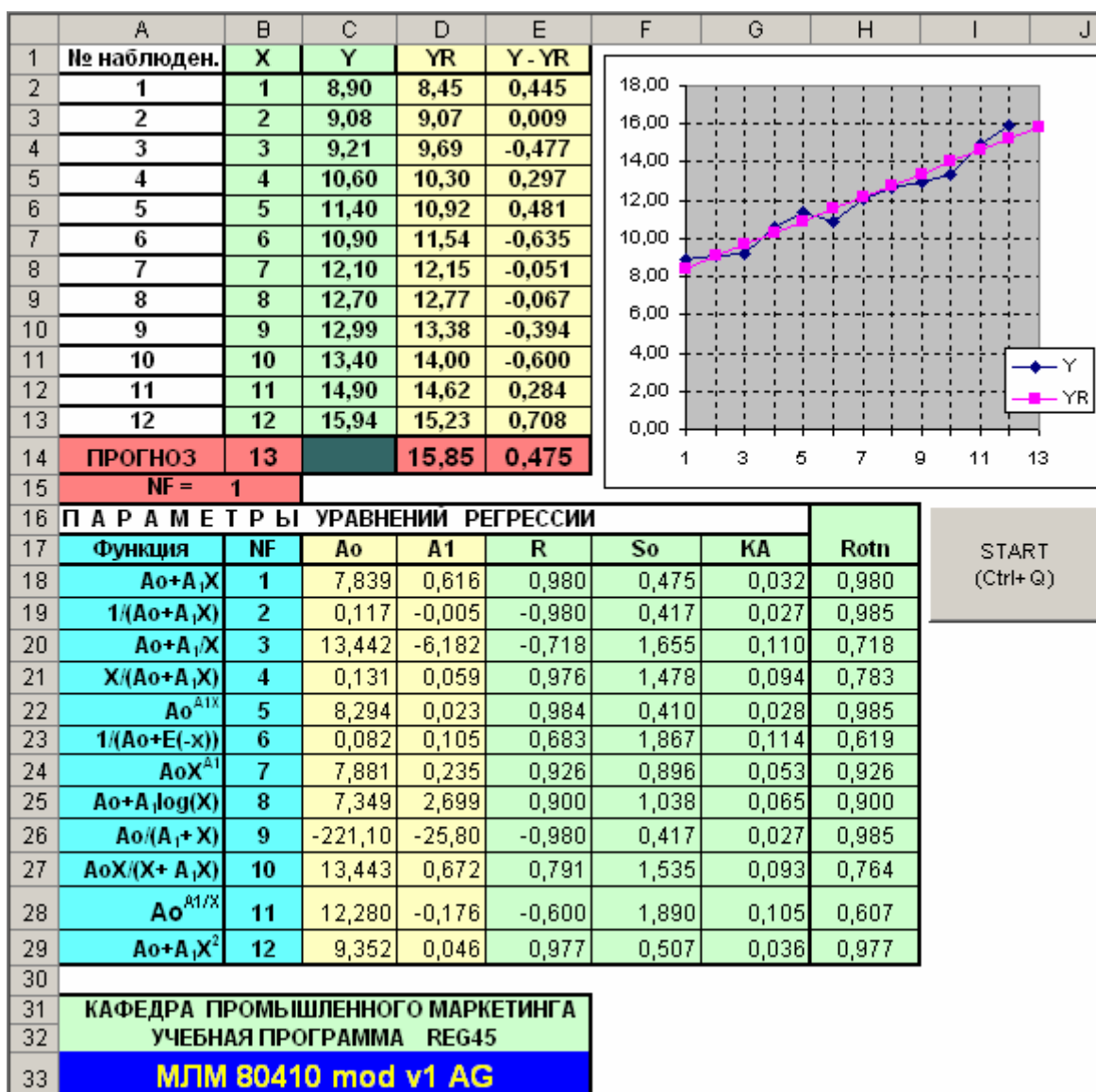


Рисунок 23. Пример рабочего листа программы REG45

В столбец «Y» первой таблицы следует ввести значения исходного ряда за 12 месяцев, – т.е. значения объемов сбыта за январь-декабрь. Программа автоматически присвоит порядковые номера периодам, которые отобразятся в столбце «X». После чего программу необходимо запустить на выполнение сочетанием клавиш Ctrl+Q. Для того, чтобы сочетание клавиш сработало корректно, необходимо, чтобы была включена английская раскладка клавиатуры.

На экране будут появляться меню в следующем порядке:

- § «прогнозируемый показатель» (вводим «объем сбыта»);
- § «введите число наблюдений» («12», т.к. ряд состоит из 12 значений);

§ «введите «X» для прогноза» (требуется ввести номер периода, на который осуществляется прогноз – «13»);

§ «введите номер функции» (необходимо задать номер функции из второй таблицы, по которой будет осуществляться прогноз). При первом запуске программы вводим любую произвольную функцию, например – «1».

§ «введите «X» для прогноза» (вводим «777» для завершения цикла).

После ввода запрашиваемых данных, методом наименьших квадратов в рабочей области программы будут рассчитаны коэффициенты регрессии (a_0, a_1), коэффициенты корреляции (R), среднеквадратические отклонения (S_0), коэффициенты аппроксимации (K_A) и корреляционные отношения ($R_{отн}$) для 12 различных функций.

На основе сравнительного анализа всех рассчитанных показателей, необходимо выбрать одну из двенадцати функций, которая будет наилучшим образом описывать исходный динамический ряд. Анализ следует проводить в следующем порядке:

а) сравнение коэффициентов корреляции (для линейных функций) или корреляционных отношений (для нелинейных функций) для выявления тесноты связи между зависимой переменной Y и независимой переменной X ;

б) сравнение среднеквадратических отклонений и коэффициентов аппроксимации для определения степени приближения значений расчетного ряда Y_R к исходному ряду Y ;

в) анализ коэффициентов регрессии и вида функции. Следует учитывать, что когда значения a_0 и a_1 близки к 0, функция может хорошо описывать исходный ряд, но будет совершенно непригодна для прогнозирования.

Если ни по одной из представленных функций указанные оценочные характеристики не удовлетворяют критерию оптимальности, а также для получения более качественного прогноза, т.е. необходимо провести неко-

торые преобразования динамического ряда. Варианты могут быть следующими.

Если аналитическим путем можно выделить четко прослеживающуюся тенденцию ряда, но при этом в некоторых периодах наблюдаются аномальные отклонения (выбросы), необходимо сгладить исходный ряд, подставив вместо аномальных значений среднее арифметическое между значениями предыдущего и последующего наблюдений.

Если же общий тренд за 12 периодов выделить не удастся, исходный ряд необходимо разбить на несколько частей с различными направлениями тренда. В этом случае прогнозирование осуществляется на основе логического представления о развитии исследуемого явления. Чаще всего для прогноза выбирается последний участок кривой, состоящий из 5-6 наблюдений (значения которого и вводятся в столбец «Y»).

После того, как исходный ряд будет преобразован, следует повторить процедуру подбора функции, выбрав для прогнозирования ту, которая по оценочным показателям будет наиболее точно описывать исходный ряд.

Результаты подбора функции будут наглядно продемонстрированы на графике, расположенном на этом же рабочем листе.

Помимо точечного прогноза рассчитайте доверительный интервал по алгоритму, приведенному в теоретической части раздела.

На основе сделанного прогноза оцените долю организации на рынке в следующем месяце.

Результаты изложения выполнения задания изложите в аналитической записке.

4. Прогнозирование рынка методом сглаживания скользящей средней

Цель: получить навыки прогнозирования рынка методом сглаживания скользящей средней

Задачи:

- изучить содержание прогнозирования методом сглаживания скользящей средней
- изучить особенности применения метода для прогнозирования и предварительной обработки временных рядов
- рассмотреть преимущества и недостатки медианного сглаживания
- научиться применять метод сглаживания скользящей средней для прогнозирования рыночных процессов

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Область применения метода сглаживания скользящей средней
2. Содержание метода сглаживания скользящей средней
3. Особенности использования метода для прогнозирования и предварительной обработки данных временных рядов
4. Медианное сглаживание временных рядов

Краткое содержание темы

Во многих случаях анализ динамического ряда не позволяет обнаружить четкую тенденцию того или иного процесса из-за случайных и периодических колебаний исходных данных. Пример такого ряда приведен на рисунке 24.

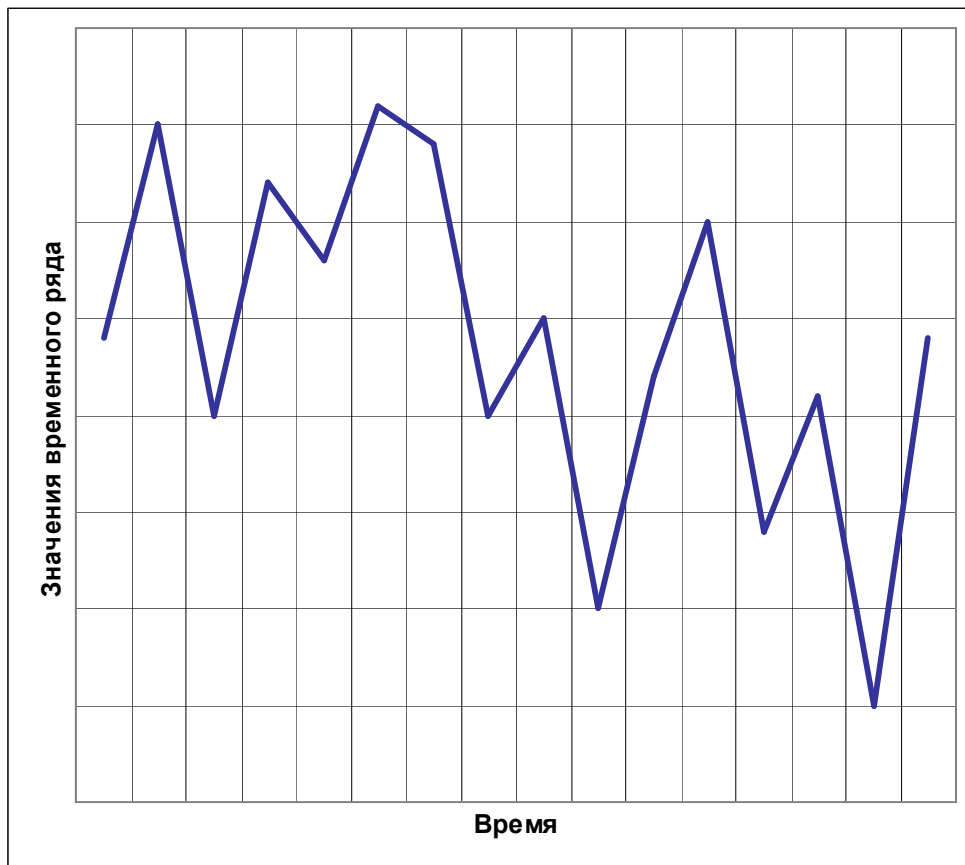


Рисунок 24. Пример динамического ряда со значительными колебаниями наблюдений

Для прогнозирования такого ряда удобно использовать метод скользящей средней. Метод позволяет сгладить случайные колебания и выявить общую тенденцию динамического ряда.

Сглаживание всегда включает некоторый способ локального усреднения данных, при котором несистематические компоненты взаимно погашают друг друга.

Метод скользящей средней состоит в замене фактических значений динамического ряда расчетными значениями, имеющими значительно меньшую вариацию, чем исходные данные.

При этом средняя величина рассчитывается по группам данных за определенный интервал времени. Причем каждая следующая группа образуется сдвигом на один период наблюдений. Т.е. в сглаженном динамиче-

ском ряду каждый член ряда заменяется простым или взвешенным средним n соседних членов, где n - ширина "окна".

В результате подобной операции первоначальные колебания динамического ряда сглаживаются. Такая операция называется сглаживание рядов динамики. Основная тенденция выражается при этом в виде некоторой плавной линии.

При прогнозировании методом скользящей средней исходят из простого предположения, что показатель, следующий во времени, по своей величине будет равен средней ряда за последний интервал времени. Полученный таким образом прогноз называют «наивным».

Пример сглаживания методом скользящей средней с окном сглаживания равным 5 приведен в таблице 11, а его результаты представлены на рисунке 25.

Таблица 11. Сглаживание динамического ряда методом скользящей средней («наивный» прогноз)

| Порядковый номер периода | Фактические значения ряда | Расчет сглаженного значения | Сглаженные значения ряда |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 84 | – | – |
| 2 | 95 | – | – |
| 3 | 80 | – | – |
| 4 | 92 | – | – |
| 5 | 88 | – | – |
| 6 | 96 | $\frac{84 + 95 + 80 + 92 + 88}{5}$ | 87,8 |
| 7 | 94 | $\frac{95 + 80 + 92 + 88 + 96}{5}$ | 90,2 |
| 8 | 80 | ... | 90,0 |
| 9 | 85 | ... | 90,0 |
| 10 | 70 | ... | 88,6 |
| 11 | 82 | ... | 85,0 |
| 12 | 90 | ... | 82,2 |
| 13 | 74 | ... | 81,4 |
| 14 | 81 | ... | 80,2 |
| 15 | 65 | ... | 79,4 |
| 16 | 84 | ... | 78,4 |
| Прогноз | – | $\frac{90 + 74 + 81 + 65 + 84}{5}$ | 78,8 |

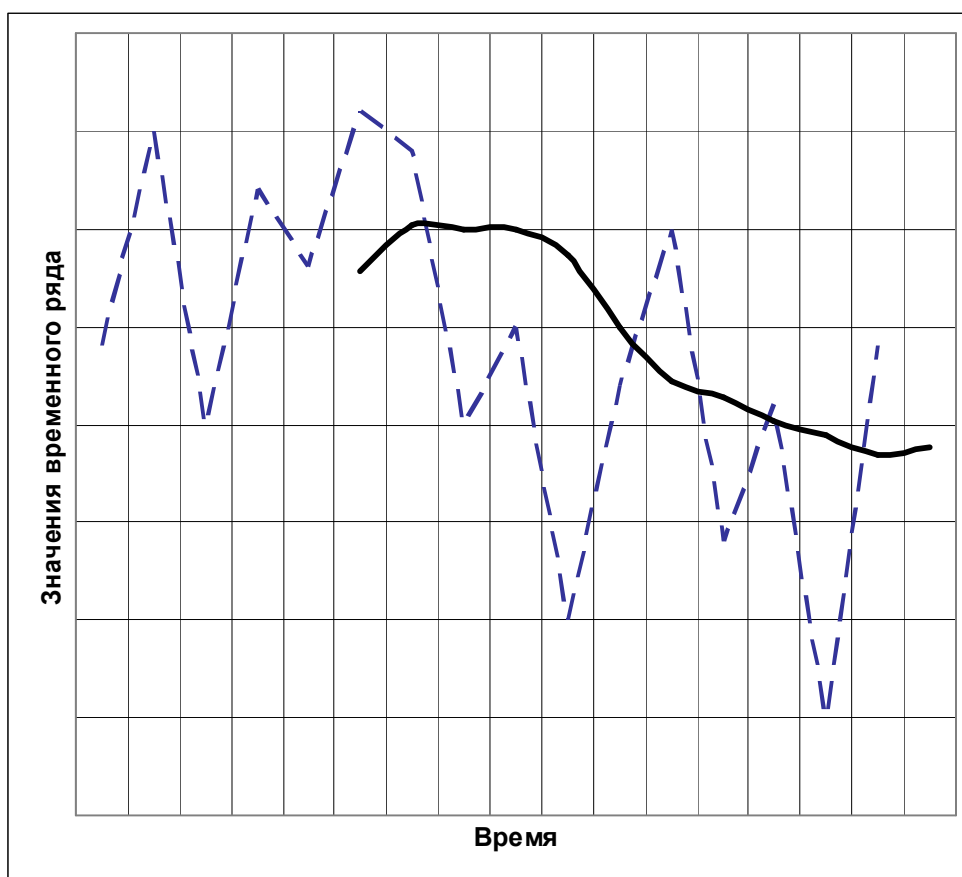


Рисунок 25. Результаты сглаживания методом скользящей средней

Ширину окна сглаживания, как правило, выбирают экспертным или опытным путем. Число периодов для подсчета скользящей средней выбирается в зависимости от того, насколько важны старые значения для прогноза. В отдельных случаях ширина окна сглаживания может быть выбрана путем оценки изменения вариации исходного и сглаженного ряда.

Следует учитывать, что чем больше окно сглаживания, тем более ровным получается сглаженный динамический ряд.

При проведении сглаживания вместо средней величины можно использовать медиану значений, попавших в окно сглаживания.

Медиана — это число, которое является серединой множества чисел, то есть половина чисел имеют значения большие, чем медиана, а другая половина — меньшие.

Основное преимущество медианного сглаживания, в сравнении со сглаживанием скользящей средней, состоит в том, что результаты стано-

вятся более устойчивыми к выбросам, имеющимся внутри окна. Таким образом, если в данных имеются выбросы (связанные, например, с ошибками измерений), то сглаживание медианой обычно приводит к более гладким или, по крайней мере, более "надежным" кривым, по сравнению со скользящей средней с тем же размером окна сглаживания.

Основной недостаток медианного сглаживания в том, что при отсутствии явных выбросов, он приводит к более "зубчатым" кривым (чем сглаживание скользящим средним) и не позволяет использовать веса.

Метод сглаживания скользящей средней может быть так же использован как инструмент предварительной обработки исходных данных. Тогда, прогноз осуществляется методом экстраполяции сглаженных значений ряда, путем подбора линии тренда и продления ее за пределы области наблюдения. Следует обратить внимание на то, что в этом случае, сглаженные значения необходимо располагать по центру окна сглаживания. Пример расчета приведен в таблице 12.

Таблица 12. Сглаживание динамического ряда методом скользящей средней для дальнейшей экстраполяции

| Порядковый номер периода | Фактические значения ряда | Расчет сглаженного значения | Сглаженные значения ряда |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 84 | – | – |
| 2 | 95 | – | – |
| 3 | 80 | $\frac{84 + 95 + 80 + 92 + 88}{5}$ | 87,8 |
| 4 | 92 | $\frac{95 + 80 + 92 + 88 + 96}{5}$ | 90,2 |
| 5 | 88 | ... | 90,0 |
| 6 | 96 | ... | 90,0 |
| 7 | 94 | ... | 88,6 |
| 8 | 80 | ... | 85,0 |
| 9 | 85 | ... | 82,2 |
| 10 | 70 | ... | 81,4 |
| 11 | 82 | ... | 80,2 |
| 12 | 90 | ... | 79,4 |
| 13 | 74 | ... | 78,4 |
| 14 | 81 | $\frac{90 + 74 + 81 + 65 + 84}{5}$ | 78,8 |
| 15 | 65 | – | – |
| 16 | 84 | – | – |

Результат подбора функции к сглаженному ряду приведен на рисунке 26. Линия тренда, подобранная к сглаженному ряду, отображена штрих-пунктирной линией.

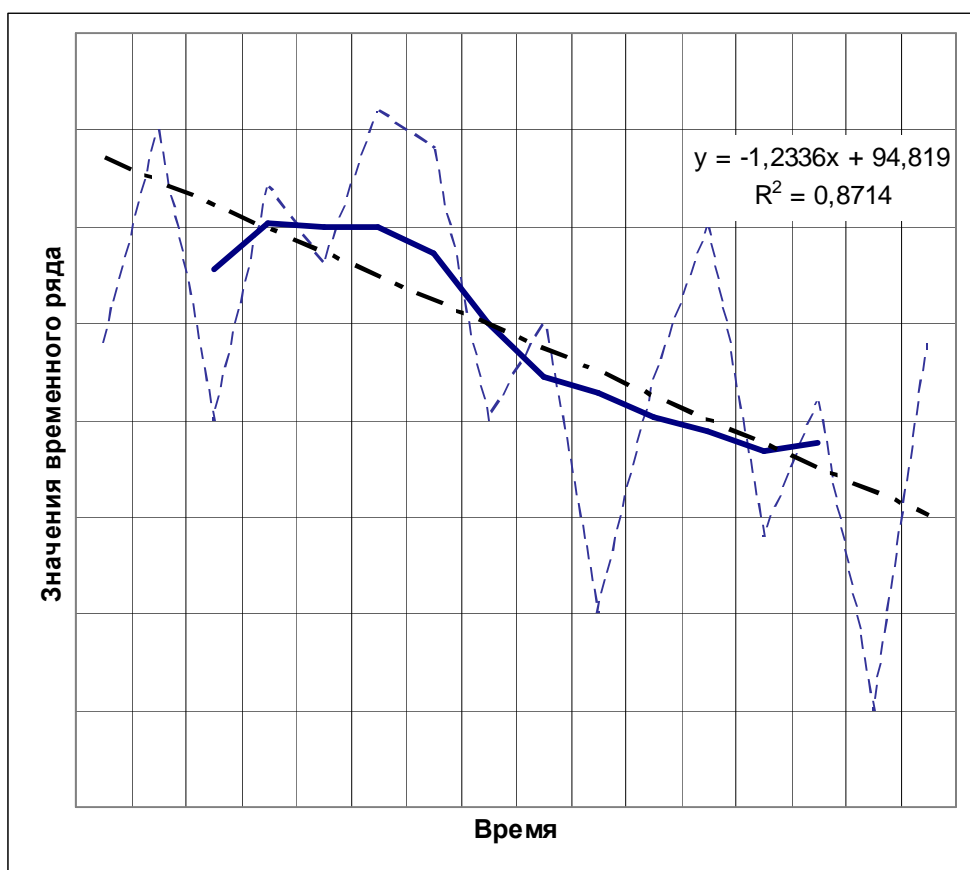


Рисунок 26. Подбор функции по сглаженным значениям динамического ряда

Основным преимуществом экстраполяции по сглаженным значениям ряда перед «наивным» прогнозом является то, что прогноз в этом случае учитывает общую тенденцию динамического ряда.

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 10. В таблице 13 представлена динамика объемов реализации предприятия, производящего оборудование для химических лабораторий и цехов, начиная с 1.05.2007 г. по 20.08.2007г.

Таблица 13. Динамика реализации за период с 01.05.2006 г. по 20.08.2006г.

| Порядковый номер пе- риода | Период | | Объем ре- ализации, млн. руб. |
|----------------------------------|------------|------------|-------------------------------------|
| | начало | окончание | |
| 1 | 01.05.2007 | 07.05.2007 | 72,0 |
| 2 | 08.05.2007 | 14.05.2007 | 54,0 |
| 3 | 15.05.2007 | 21.05.2007 | 60,0 |
| 4 | 22.05.2007 | 28.05.2007 | 63,4 |
| 5 | 29.05.2007 | 04.06.2007 | 61,0 |
| 6 | 05.06.2007 | 11.06.2007 | 70,8 |
| 7 | 12.06.2007 | 18.06.2007 | 55,6 |
| 8 | 19.06.2007 | 25.06.2007 | 78,0 |
| 9 | 26.06.2007 | 02.07.2007 | 72,8 |
| 10 | 03.07.2007 | 09.07.2007 | 62,0 |
| 11 | 10.07.2007 | 16.07.2007 | 74,0 |
| 12 | 17.07.2007 | 23.07.2007 | 72,0 |
| 13 | 24.07.2007 | 30.07.2007 | 74,0 |
| 14 | 31.07.2007 | 06.08.2007 | 81,0 |
| 15 | 07.08.2007 | 13.08.2007 | 62,6 |
| 16 | 14.08.2007 | 20.08.2007 | 84,5 |

Спрогнозируйте объем реализации на период с 21.08.2007 по 27.08.2007.

Для разработки прогноза воспользуйтесь следующим алгоритмом:

1. Дайте визуальную характеристику, приведенному динамическому ряду.
2. Постройте экстраполятивную модель. Рассчитайте оценочные характеристики построенной модели. Сделайте выводы.

3. Оцените вариацию приведенного динамического ряда с помощью коэффициента вариации, который рассчитывается по следующей формуле:

$$n = \frac{S}{\bar{Y}} * 100\% , \quad (16)$$

где n - коэффициент вариации, s - дисперсия (среднее квадратичное отклонение фактических значений динамического ряда от его средней величины), \bar{Y} - средняя величина динамического ряда.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}} , \quad (17)$$

где Y_i – фактические значения динамического ряда.

Объясните полученное значение коэффициента. Приведите данные к условным данным за месяц из расчета 1 месяц = 4 недели. Оцените вариацию полученного ряда визуально и с помощью коэффициента вариации. Сделайте выводы и предположения о возможных причинах вариации в каждом из рассмотренных случаев. Обоснуйте целесообразность прогнозирования с использованием метода скользящей средней.

4. Проведите сглаживание методом скользящей средней, варьируя ширину окна от 2 до 4 недель. Сравните вариацию исходного ряда и сглаженных.
5. В качестве «наивного» прогноза примите сглаженное значение за последний период.
6. Постройте трендовую модель по сглаженному ряду и рассчитайте прогнозное значение объема реализации. При подборе линии тренда используйте ряды, полученные путем сглаживания окном различной ширины. Обоснуйте лучший размер окна сглаживания с помощью показателей, характеризующих качество подбора функции.
7. Оцените доверительный интервал прогноза для вероятности 95%.

Результаты выполнения задания изложите в аналитическом отчете.

5. Прогнозирование рынка методом экспоненциального сглаживания

Цель: получить навыки прогнозирования рынка методом экспоненциального сглаживания

Задачи:

- изучить содержание, область применения и преимущества метода экспоненциального сглаживания
- изучить особенности скорости адаптации прогноза в зависимости от константы сглаживания
- научиться использовать экспоненциальное сглаживание в решении задач прогнозирования рынка

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Сущность метода экспоненциального сглаживания
2. Отличительные особенности экспоненциального сглаживания
3. Влияние выбора константы сглаживания на адаптивность экспоненциального сглаживания

Краткое содержание темы

При построении линии тренда рассмотренными ранее методами, все фактические наблюдения имели одинаковую ценность для создания модели.

Но информация имеет свойство устаревать и терять свою ценность. Это особенно актуально для экономических данных.

Чем дальше ретроспективный период находится от настоящего времени, тем меньшую ценность он представляет для прогнозирования.

Для оценки значимости данных при построении линии тренда используются адаптивные методы прогнозирования. Среди них наибольшее распространение получил метод экспоненциального сглаживания.

Метод экспоненциального сглаживания является весьма эффективным и надежным методом прогнозирования. Основные достоинства метода состоят в возможности учета весов исходной информации, в простоте вычислительных операций, в гибкости описания различных динамических процессов.

Метод экспоненциального сглаживания дает возможность получить оценку параметров тренда, характеризующих не средний уровень процесса, а тенденцию, сложившуюся к моменту последнего наблюдения.

Элементарной разновидностью экспоненциального сглаживания является такая его разновидность, как «простое экспоненциальное сглаживание».

Один из интуитивно ясных способов выделения тренда состоит в том, чтобы использовать метод сглаживания с помощью скользящей средней, в котором последним наблюдениям придаются большие веса, чем предпоследним, предпоследним большие веса, чем предшествующим и т.д.

Простое экспоненциальное сглаживание именно так и устроено. Здесь более отдаленным наблюдениям придаются экспоненциально убывающие веса, при этом, в отличие от скользящего среднего, учитываются все предшествующие наблюдения ряда, а не те, что попали в определенное окно.

Сущность простого экспоненциального сглаживания состоит в следующем. Предполагается, что наблюдения некоторой величины Y , проводятся через равные промежутки времени. Результат наблюдения обозначим $Y(t)$, где t – номер наблюдения. Прогноз $Y_p(t+1)$ для следующего момента времени рассчитывается по формуле:

$$Y_p(t+1) = \beta * Y_p(t) + \alpha * Y(t) \quad (18)$$

где α – константа сглаживания; β – фактор затухания

$$\beta = (1-\alpha) \quad (19)$$

Значение α выбирается обычно от 0,2 до 0,3. Большие значения константы сглаживания ускоряют отклик прогноза на скачок наблюдаемого процесса, но могут привести к непредсказуемым выбросам.

Каждое новое сглаженное значение вычисляется как средневзвешенное значение предыдущего фактического наблюдения и соответствующее значение сглаженного ряда.

Из приведенной формулы видно, что при увеличении константы сглаживания в прогнозе, вес последнего наблюдения увеличивается, а вес предыдущих наблюдений убывает. Если α равно 1, то предыдущие наблюдения полностью игнорируются. Если α равно 0, то игнорируются текущие наблюдения. Значения α между указанными значениями дают промежуточные результаты.

Следует так же обратить внимание на то, что при сглаживании первого наблюдения мы располагаем лишь одним результатом наблюдений $Y(1)$, когда прогноза $Y_p(1)$ еще нет. Формулой расчета сглаженного значения пока воспользоваться невозможно, в качестве прогноза $Y_p(2)$ следует взять $Y(1)$.

Пример расчета методом простого экспоненциального сглаживания приведен в таблице 14.

Таблица 14. Пример расчета методом простого экспоненциального сглаживания

| Порядковый номер периода | Исходные значения ряда | Порядок расчета | Сглаженные значения ряда |
|--------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 10 | | |
| 2 | 11 | 10 | 10,0 |
| 3 | 10 | $0,3*11+0,7*10,0$ | 10,3 |
| 4 | 12 | $0,3*10+0,7*10,3$ | 10,2 |
| 5 | 10 | $0,3*12+0,7*10,2$ | 10,7 |
| 6 | 12 | $0,3*10+0,7*10,7$ | 10,5 |
| 7 | 12 | $0,3*12+0,7*10,5$ | 11,0 |
| 8 | 13 | $0,3*12+0,7*11,0$ | 11,3 |

| | | | |
|---------|----|-------------------|------|
| 9 | 12 | $0,3*13+0,7*11,3$ | 11,8 |
| 10 | 12 | $0,3*12+0,7*11,8$ | 11,9 |
| Прогноз | | $0,3*12+0,7*11,9$ | 11,9 |

В указанном примере произведено сглаживание с константой сглаживания 0,3. Результаты сглаживания отображены на рисунке 27. Сглаженный ряд отображен штриховой линией.

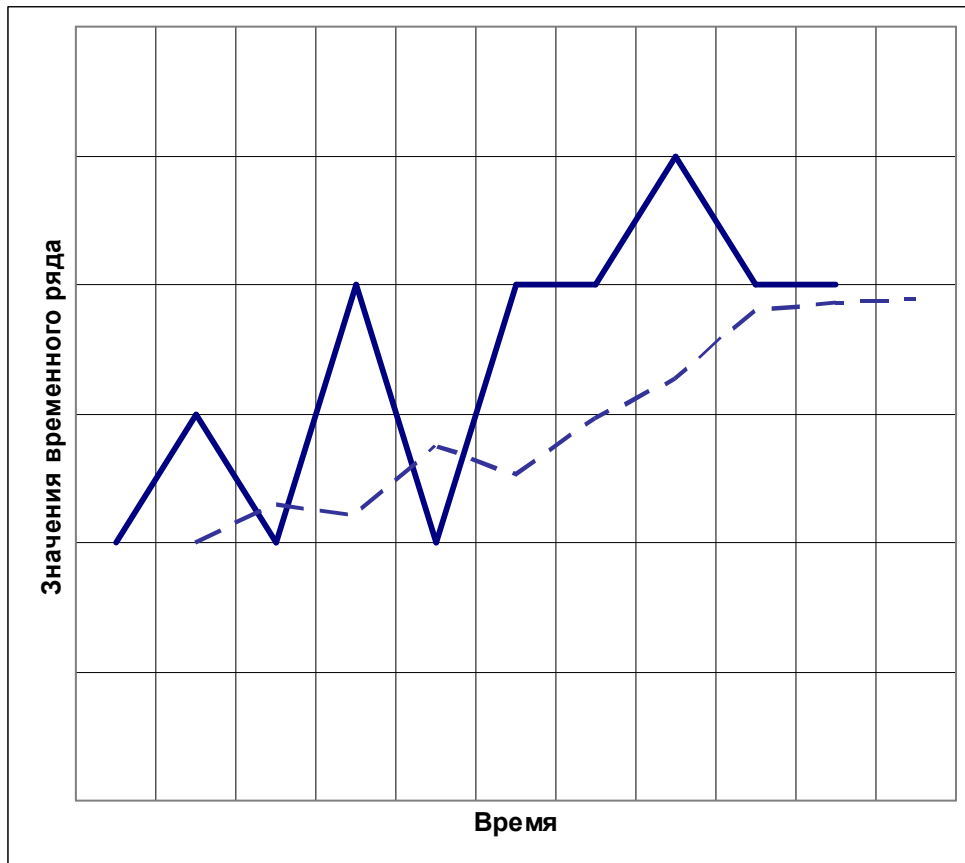


Рисунок 27. Сглаживание методом простого экспоненциального сглаживания

Как видно на приведенном рисунке, сглаженный ряд постоянно адаптируется к изменениям исходного динамического ряда. При этом скорость адаптации будет тем выше, чем больше значение константы сглаживания.

Несмотря на то, что значения константы сглаживания, близкие к единице, обеспечивают высокую скорость адаптации, их использование является нежелательным, поскольку сглаженный ряд начинает повторять ис-

ходный. Всегда следует подбирать такие значения константы сглаживания, когда сглаженный ряд достаточно точно описывает исходный ряд и, в то же время, константа сглаживания будет не слишком высокой. В качестве критериев при подборе константы сглаживания следует использовать рассмотренные ранее показатели, характеризующие качество подбора функции.

Однако простое экспоненциальное сглаживание дает удовлетворительный результат только для прогнозирования простых динамических рядов. Для получения качественного прогноза необходимо использовать инструменты метода более широко.

Для классического метода экспоненциального сглаживания основным и наиболее трудным моментом является выбор параметра сглаживания α , начальных условий и степени прогнозирующего полинома.

Пусть исходный динамический ряд описывается уравнением:

$$y_t = a_0 + a_1 t + \frac{a_2}{2} t^2 + \dots + \frac{a_p}{p!} t^p + e_t \quad (20)$$

Выражение $S_t^{[k]}(y) = \alpha \sum_{i=1}^n (1-\alpha)^i S_{t-i}^{[k]}(y)$ называется экспоненциальной средней k -го порядка для ряда y_t , где α – параметр сглаживания.

В расчетах для определения экспоненциальной средней пользуются рекуррентной формулой:

$$S_t^{[k]}(y) = \alpha S_t^{[k-1]}(y) + (1-\alpha) S_{t-1}^{[k]} \quad (21)$$

Использование соотношения предполагает задание начальных условий $S_0^{[1]}, S_0^{[2]}, \dots, S_0^{[k]}$ этого можно воспользоваться формулой Брауна–Мейера, связывающей коэффициенты прогнозирующего полинома с экспоненциальными средними соответствующих порядков:

$$S_t^{[k]} = \sum_{p=0}^n (-1)^p \frac{a_p}{p!} \frac{ab}{(k-1)!} \sum_{j=0}^{\infty} j^p b^j \frac{(p-1+j)!}{j!}, \quad (22)$$

где $p = 1, 2, \dots, n + 1$; \hat{a}_p – оценки коэффициентов; $p = 1-\alpha$. Можно получить оценки начальных условий, в частности, для линейной модели:

$$S_0^{[1]} = a_0 - \frac{b}{a} a_1 \quad (23)$$

$$S_0^{[2]} = a_0 - \frac{2b}{a} a_1 \quad (24)$$

для квадратичной модели:

$$S_0^{[1]} = a_0 - \frac{b}{a} a_1 + \frac{b(2-a)}{2a^2} a_2 \quad (25)$$

$$S_0^{[2]} = a_0 - \frac{2b}{a} a_1 + \frac{b(3-2a)}{2a^2} a_2 \quad (26)$$

$$S_0^{[3]} = a_0 - \frac{3b}{a} a_1 + \frac{b(4-3a)}{2a^2} a_2 \quad (27)$$

Зная начальные условия $S_0^{[k]}$ и значения параметра α , можно вычислить экспоненциальные средние $S_t^{[k]}$.

Оценки коэффициентов прогнозирующего полинома определяются через экспоненциальные средние по фундаментальной теореме Брауна – Мейера. В этом случае коэффициенты и находятся решением системы $(p + 1)$ уравнений с $k(p + 1)$ неизвестными, связывающей параметры прогнозирующего полинома с исходной информацией. Так, для линейной модели получим:

$$\hat{a}_0 = 2S_t^{[1]} - S_t^{[2]} \quad (28)$$

$$\hat{a}_1 = \frac{a}{b}(S_t^{[1]} - S_t^{[2]}) \quad (29)$$

для квадратичной модели:

$$\hat{a}_0 = 3(S_t^{[1]} - S_t^{[2]}) + S_t^{[3]} \quad (30)$$

$$\hat{a}_1 = \frac{a}{b^2} [(6 - 5a)S_t^{[1]} - 2(5 - 4a)S_t^{[2]} + (4 - 3a)S_t^{[3]}] \quad (31)$$

$$\hat{a}_2 = \frac{a^2}{b^2} [S_t^{[1]} - 2S_t^{[2]} + S_t^{[3]}] \quad (32)$$

Прогноз реализуется по выбранному многочлену. Соответственно для линейной модели $\hat{y}_{t+\tau} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 t$, для квадратичной модели $\hat{y}_{t+\tau} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 t + \frac{\hat{a}_2}{2} t^2$, где τ - период прогноза.

Важную роль в методе экспоненциального сглаживания играет выбор оптимального параметра сглаживания α , так как именно он определяет оценки коэффициентов модели, а, следовательно, и результаты прогноза.

В зависимости от величины параметра прогнозные оценки поразному учитывают влияние исходного ряда наблюдений: чем больше α , тем больше вклад последних наблюдений в формирование тренда, а влияние начальных условий быстро убывает. При малом α прогнозные оценки учитывают все наблюдения, при этом уменьшение влияния более «старой» информации происходит медленно.

Известны два основных соотношения, позволяющие найти приближенную оценку α . Первое соотношение Брауна, выведенное из условия равенства скользящей и экспоненциальной средней $\alpha = \frac{2}{N+1}$, где N – число точек ряда, для которых динамика ряда считается однородной и устойчивой (период сглаживания). Вторым является соотношение Мейера $\alpha \approx \frac{s_n}{s_e}$, где s_n – среднеквадратическая ошибка модели; s_e – среднеквадратическая ошибка исходного ряда. Однако использование последнего соотношения затруднено тем, что достоверно определить s_n и s_e из исходной информации очень сложно.

Выбор параметра α целесообразно связывать с точностью прогноза, поэтому для более обоснованного выбора α можно использовать процедуру обобщенного сглаживания, которая позволяет получить следующие соотношения, связывающие дисперсию прогноза и параметр сглаживания.

Для линейной модели:

$$s_{\hat{y}_t}^2 = \frac{\alpha}{(1+\alpha)^2} [1 + 4\alpha + 2\alpha^2 + 2\alpha(1+3\alpha)t + 2\alpha^2 t^3] s_e^2 \quad (33)$$

Для квадратичной модели:

$$s_{x_t}^2 \approx [2a + 3a^3 + 3a^2 t] s_e^2 \quad (34)$$

Для обобщенной модели вида

$$y(t) = \sum_{i=1}^n a_i f_i(t) + e_i \quad (35)$$

Дисперсия прогноза имеет следующий вид:

$$s_{x_t}^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n f_j(t) \text{cov}(a_j, a_k) f_k(t) = \mathbf{f}^T \mathbf{V} \mathbf{f}(t) s_e^2 \quad (36)$$

где s_e – среднеквадратическая ошибка аппроксимации исходного динамического ряда; $f_i(t)$ – некоторая известная функция; \mathbf{V} – матрица ковариации коэффициентов модели.

Отличительная особенность этих формул состоит в том, что при $\alpha = 0$ они обращаются в нуль. Это объясняется тем, что, чем ближе к нулю α , тем больше длина исходного ряда наблюдений $t \rightarrow \infty$ и, следовательно, тем меньше ошибка прогноза. Поэтому для уменьшения ошибки прогноза необходимо выбирать минимальное α .

В то же время параметр α определяет начальные условия, и, чем меньше α , тем ниже точность определения начальных условий, а следовательно, ухудшается и качество прогноза. Ошибка прогноза растет по мере уменьшения точности определения начальных условий.

Таким образом, использование таких формул приводит к противоречию при определении параметра сглаживания: с уменьшением α уменьшается среднеквадратическая ошибка, но при этом возрастает ошибка в начальных условиях, что в свою очередь влияет на точность прогноза.

Кроме того, при использовании указанных соотношений необходимо принимать во внимание следующие обстоятельства, а именно: эти выражения получены для бесконечно длинных рядов без учета автокорреляции наблюдений. На практике мы имеем дело с конечными рядами, характеризующимися внутренней зависимостью между исходными наблюдениями. Все это снижает целесообразность использования соотношений.

В ряде случаев параметр α выбирается таким образом, чтобы минимизировать ошибку прогноза, рассчитанного по ретроспективной информации.

Весьма существенным для практического использования является вопрос о выборе порядка прогнозирующего полинома, что во многом определяет качество прогноза. Превышение второго порядка модели не приводит к существенному увеличению точности прогноза, но значительно усложняет процедуру расчета.

Рассмотренный метод является одним из наиболее надежных и широко применяется в практике прогнозирования. Метод экспоненциального сглаживания с использованием квадратичной функции реализован в программе Exrow.

Задание 11. В таблице 15 представлена информация об объемах заказов на газосиликатные блоки, подаваемые строительными организациями в период с 1 декабря 2006г. по 12 апреля 2007г.

Таблица 15. Объем заказов на газосиликатные блоки, подаваемые строительными организациями

| Порядковый номер периода | Период | | Объем заказов, тыс. м ³ |
|--------------------------|------------|------------|------------------------------------|
| | начало | окончание | |
| 1 | 01.12.2006 | 07.12.2006 | 11,2 |
| 2 | 08.12.2006 | 14.12.2006 | 11,2 |
| 3 | 15.12.2006 | 21.12.2006 | 11,1 |
| 4 | 22.12.2006 | 28.12.2006 | 12,4 |
| 5 | 29.12.2006 | 04.01.2007 | 12,5 |
| 6 | 05.01.2007 | 11.01.2007 | 13,2 |
| 7 | 12.01.2007 | 18.01.2007 | 13,3 |
| 8 | 19.01.2007 | 25.01.2007 | 13,8 |
| 9 | 26.01.2007 | 01.02.2007 | 14,9 |
| 10 | 02.02.2007 | 08.02.2007 | 14,5 |
| 11 | 09.02.2007 | 15.02.2007 | 14,7 |
| 12 | 16.02.2007 | 22.02.2007 | 15,9 |
| 13 | 23.02.2007 | 01.03.2007 | 24,21 |

| | | | |
|----|------------|------------|-------|
| 14 | 02.03.2007 | 08.03.2007 | 23,73 |
| 15 | 09.03.2007 | 15.03.2007 | 24 |
| 16 | 16.03.2007 | 22.03.2007 | 25,37 |
| 17 | 23.03.2007 | 29.03.2007 | 21,9 |
| 18 | 30.03.2007 | 05.04.2007 | 22,57 |
| 19 | 06.04.2007 | 12.04.2007 | 22,67 |

В связи с потеплением в конце февраля начало строительного сезона произошло раньше обычных сроков, и объемы заказов строительных организаций существенно увеличились. Рассчитайте прогнозный объем заказов на газосиликатные блоки на период с 13.04.2007 по 19.04.2007 методом простого экспоненциального сглаживания. Результаты прогнозирования изложите в аналитической записке.

Порядок выполнения задания.

1. Отобразите исходный динамический ряд на графике. Охарактеризуйте его.
2. Сделайте прогноз объема заказов. Константу сглаживания установите равной 0,3.
3. Добавьте сглаженный ряд на построенный график. Объясните характер сглаженного ряда.
4. Изменяя константу сглаживания от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1 проследите как изменяется характер аппроксимации. Оцените аппроксимацию различных участков кривой при различных значениях константы сглаживания. Для оценки аппроксимации различных участков произведите расчет скользящего коэффициента аппроксимации с окном в три периода. Результаты представьте в аналитической таблице и отобразите в виде графика. Сделайте выводы о наиболее подходящей константе сглаживания. Объясните почему, экспоненциальное сглаживание называют адаптивным методом прогнозирования.
5. Рассчитайте доверительный интервал для вероятности 95% на основе среднеквадратического отклонения фактических значений от расчетных за последние три периода.

Методические рекомендации по выполнению простого экспоненциального сглаживания в *Microsoft Excel*.

Для осуществления экспоненциального сглаживания можно воспользоваться встроенными возможностями *Microsoft Excel*. Для этого в меню «Сервис» необходимо выбрать опцию «Анализ данных», а затем надстройку «Экспоненциальное сглаживание». Обратите внимание на то, что вместо константы сглаживания и в данном случае будет использоваться «фактор затухания».

Однако, для удобства вариации константы сглаживания лучше построить соответствующие зависимости в виде формул.

Предположим, что данные об объемах заказов расположены в диапазоне ячеек D3:D21, а значение константы сглаживания в ячейке G1. В этом случае для экспоненциального сглаживания исходного ряда в ячейку E4 необходимо внести формулу «=D3». В ячейку E5 внести формулу «=D4*\$G\$1+E4*(1-\$G\$1)». Затем растянуть введенную формулу при помощи мыши или скопировать в диапазон ячеек E6:E22.

В столбце E будет содержаться сглаженный ряд, а в ячейке E22 будет содержаться прогнозное значение на требуемый период с учетом константы сглаживания, заданной в ячейке G1. Варьируя значение константы сглаживания в ячейке G1, можно наблюдать за изменениями сглаженных значений.

Задание 12. В таблице 16 представлены данные о емкости рынка велосипедов страны за 7 месяцев отчетного года.

Таблица 16. Емкость рынка велосипедов, шт.

| Месяц | Объем сбыта |
|----------|-------------|
| Июнь | 16 568 |
| Июль | 21 099 |
| Август | 36 081 |
| Сентябрь | 43 140 |
| Октябрь | 71 782 |
| Ноябрь | 60 835 |
| Декабрь | 42 968 |

На основе имеющейся информации осуществите прогноз емкости рынка велосипедов на 1 месяц вперед методом экспоненциального сглаживания.

Для выполнения задания воспользуйтесь разработанной на кафедре промышленного маркетинга и коммуникаций учебной программой **Ехrow**.

Программа вызывается из среды Microsoft Excel – файл **Ехrow**. Файл можно получить у преподавателя или на сервере учебных материалов в локальной сети БГЭУ по адресу «*\\Monitor\UchebM\Факультеты\Факультет маркетинга*».

По результатам выполнения задания составьте аналитический отчет.

Методические рекомендации по выполнению задания

После открытия программы появляется следующий рабочий лист:

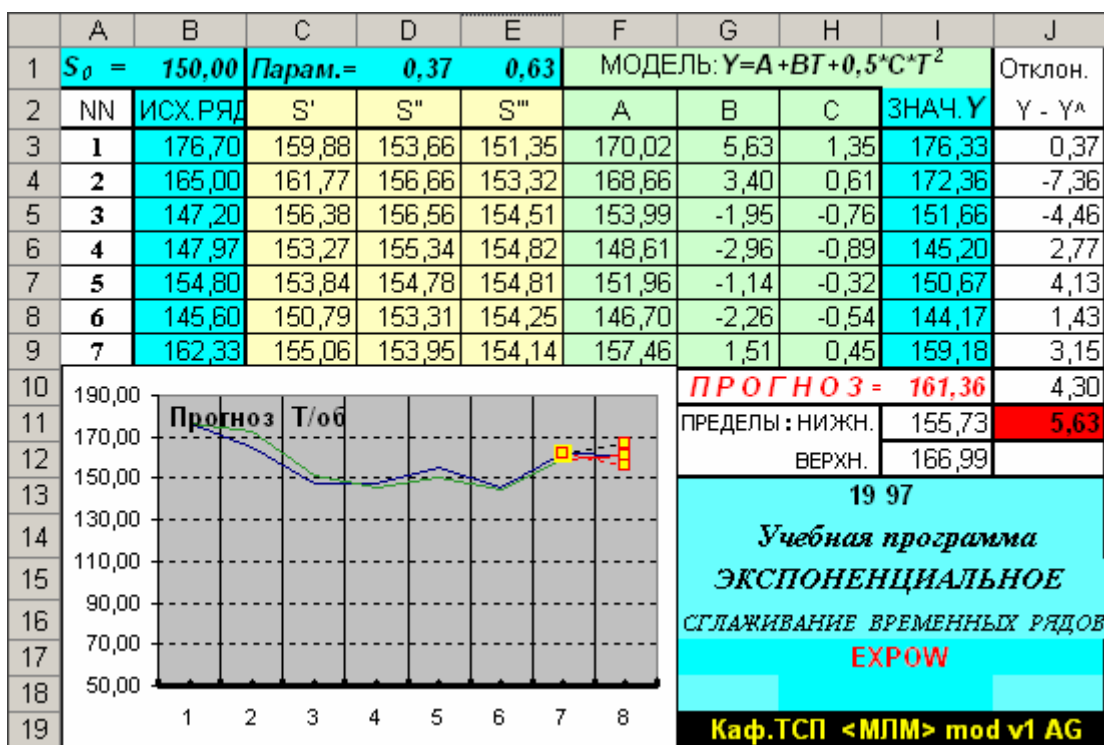


Рисунок 28. Пример рабочего листа программы Exrow

Для работы с программой необходимо:

а) заполнить столбец «исходный ряд» (в него вносится емкость рынка велосипедов за июнь-декабрь);

б) в верхней строке таблицы ввести значение S_o (S_o принять равным первому члену ряда) и значение параметра α (β рассчитается автоматически).

Поиск оптимального прогноза заключается в подборе параметров α и β таким образом, чтобы стандартная ошибка S_o (выводится в ячейке с красным фоном) была наименьшей. Для этого с интервалом 0,1 (0,1-0,9) вводится параметр α и оценивается ошибка S_o .

Например:

Таблица 17. Пример зависимости S_o от α .

| α | S_o |
|----------|-------|
| 0,1 | 22,11 |
| 0,2 | 28,15 |
| 0,3 | 22,95 |
| 0,4 | 19,95 |
| 0,5 | 30,29 |

| | |
|-----|--------|
| 0,6 | 44,25 |
| 0,7 | 58,6 |
| 0,8 | 76,65 |
| 0,9 | 104,77 |

По данным таблицы строится график зависимости ошибки S_o от выбранного параметра α .

Он может иметь следующий вид:

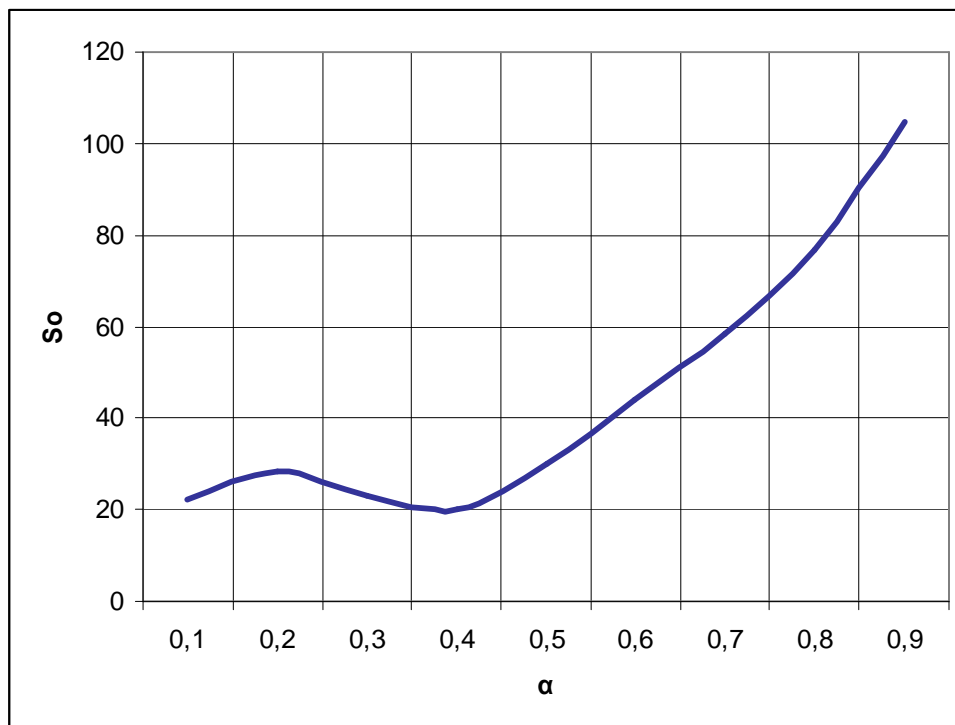


Рисунок 29. Пример графика зависимости S_o от α .

Изучение зависимости ошибки S_o от выбранного параметра α . позволяет наилучшее значение α . После выявления точки минимума, необходимо подобрать α более точно. Для этого проводят аналогичную операцию, но уже с шагом интервала в 0,01, сужая интервал поиска наилучшего α областью близкой к найденному минимуму S_o .

После определения наилучшего значения α прогноз на 8 период рассчитывается автоматически сразу после ввода параметра α .

Задание 13. Изучите информацию о производстве важнейших видов промышленной продукции в Республике Беларусь за 2000-2007гг. (см. табл. 18)⁴. Обоснуйте выбор метода прогнозирования. Спрогнозируйте объемы производства важнейших видов промышленной продукции на 2008г. Рассчитайте оценочные показатели и доверительные интервалы.

Таблица 18. Производство важнейших видов промышленной продукции в Республике Беларусь, 2000-2007гг.

| Наименование промышленной продукции, ед. изм. | Год | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Электроэнергия, млрд. кВтч | 26,1 | 25,1 | 26,5 | 26,6 | 31,2 | 31 | 31,8 | 31,8 |
| Первичная переработка нефти, тыс. т | 13528 | 13346 | 15247 | 15774 | 18451 | 19802 | 21253 | 21349 |
| Минеральные удобрения (в пересчете на 100% питательных веществ), тыс. т | 4056 | 4379 | 4495 | 4953 | 5403 | 5669 | 5469 | 5879 |
| Химические волокна и нити, тыс. тонн | 218,7 | 221,1 | 204,3 | 202,6 | 203,4 | 210,8 | 203,2 | 228,6 |
| Синтетические смолы и пластические массы, тыс. т | 454 | 451 | 432 | 430 | 433 | 457 | 379 | 394 |
| Шины автомобильные и для сельскохозяйственных машин, тыс. шт. | 2440 | 2666 | 2281 | 2765 | 3198 | 3052 | 3563 | 4792 |
| Металлорежущие станки, тыс. шт. | 5,4 | 5,7 | 5,8 | 5,2 | 5,4 | 3,7 | 4,7 | 4,8 |
| Тракторы тыс. шт. | 22,5 | 22,7 | 24,3 | 26,7 | 34 | 41,5 | 49,2 | 59,6 |
| Грузовые автомобили, тыс. шт. | 14,7 | 16,5 | 16,5 | 18,1 | 21,5 | 22,3 | 23,2 | 25,5 |
| Автобусы, шт. | 914 | 460 | 467 | 499 | 610 | 1263 | 2104 | 2160 |
| Троллейбусы, шт. | 109 | 62 | 56 | 127 | 118 | 147 | 176 | 310 |
| Экскаваторы, шт. | 116 | 67 | 68 | 154 | 383 | 535 | 906 | 1296 |
| Осветительные электролампы, млн. шт. | 75,3 | 104,8 | 116,7 | 150,6 | 195,7 | 168,8 | 146,6 | 147,1 |
| Пиломатериалы, тыс. м ³ | 2243 | 2058 | 2193 | 2371 | 2727 | 2737 | 2458 | 2790 |
| Древесностружечные плиты, тыс. условных м ³ | 295 | 311 | 316 | 375 | 371 | 390 | 411 | 409 |
| Древесноволокнистые плиты, млн. условных м ² | 44,6 | 49,7 | 52,2 | 58,2 | 60,3 | 62,3 | 59,2 | 55,9 |
| Целлюлоза, тыс. т | 55,9 | 58,1 | 59,2 | 60,6 | 61,2 | 61,3 | 65,9 | 60 |
| Бумага, тыс. т | 44 | 51 | 58 | 66 | 71 | 69 | 63 | 55 |
| Цемент, тыс. т | 1847 | 1803 | 2171 | 2472 | 2731 | 3131 | 3495 | 3820 |
| Сборные железобетонные | 1424 | 1326 | 1363 | 1539 | 1704 | 1884 | 2272 | 2744 |

⁴ При необходимости, данные можно обновить, используя информацию сайта «Министерства статистики и анализа» (<http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/industry.php>) или статистических сборников издаваемых министерством.

| | | | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| конструкции и изделия, тыс.м ³ | | | | | | | | |
| Строительный кирпич, млн. шт. условного кирпича | 827 | 798 | 731 | 778 | 826 | 838 | 933 | 1082 |

6. Прогнозирование сезонных колебаний рыночной конъюнктуры

Цель: получить навыки прогнозирования сезонных колебаний рыночной конъюнктуры

Задачи:

- изучить порядок разработки тренд-циклических моделей
- научиться проводить анализ автокорреляции
- изучить особенности выделения трендовой и циклической компонент
- научиться строить тренд-циклические прогностические модели

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Особенности временных рядов, отражающих циклические колебания
2. Методы прогнозирования циклических рядов
3. Порядок построения и разработки прогноза на основе тренд-циклических моделей

Краткое содержание темы

Одним из статистических методов прогнозирования является расчет прогнозов на основе сезонных колебаний динамического ряда.

При этом под сезонными колебаниями понимаются такие отклонения динамического ряда, которые вызываются влиянием времени года. Сезонные колебания строго цикличны и повторяются через каждый год. Но длительность спадов и подъемов может колебаться.

Для изучения сезонных колебаний и прогнозирования на их основе, как правило, необходимо располагать данными минимум за 7-10 лет.

Пример динамического ряда, имеющего сезонные колебания, представлен на рисунке 30.

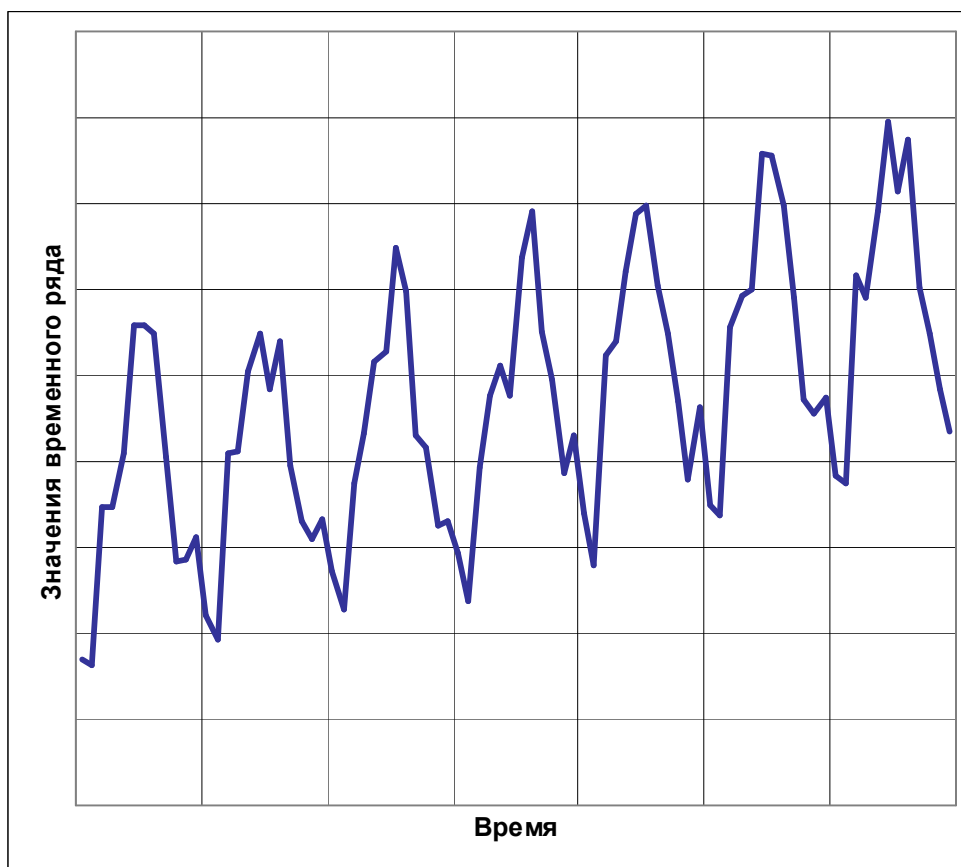


Рисунок 30. Пример динамического ряда, подверженного сезонным колебаниям

В приведенном примере визуальная оценка исходного динамического ряда показывает, что динамика ряда подвержена достаточно устойчивым циклическим колебаниям. В этом случае подбор линии тренда, как правило, не дает удовлетворительного результата.

Чтобы убедиться в том, что исходный динамический ряд действительно подвержен сезонным колебаниям, проводят анализ автокорреляции.

Автокорреляция – корреляционная связь между значениями динамического ряда и его значениями, смещенными на определенное количество наблюдений.

Количественно автокорреляцию можно измерить с помощью коэффициентов корреляции между значениями исходного временного ряда и значениями этого временного ряда, сдвинутого на определенное число периодов.

Совокупность этих коэффициентов, в зависимости от величины временного лага, образует автокорреляционную кривую. Автокорреляционную функцию часто отображают в виде автокоррелограммы (см. рис. 31).

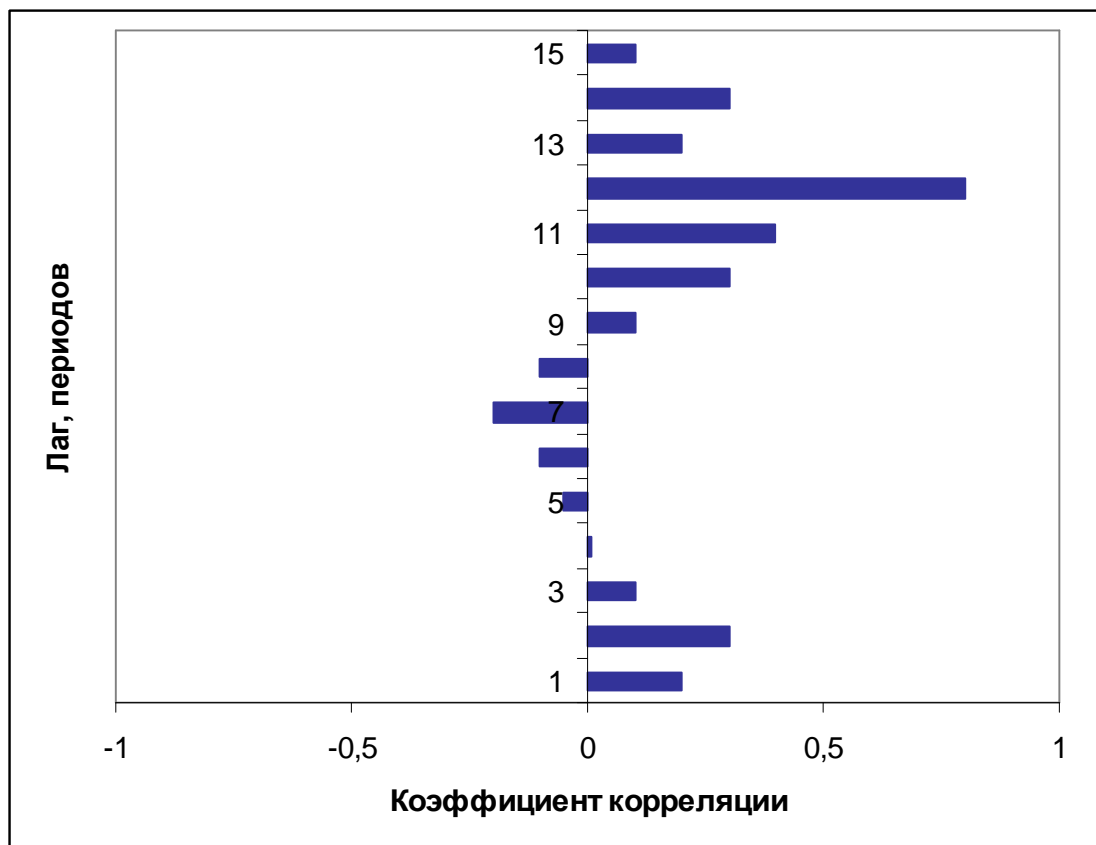


Рисунок 31. Автокоррелограмма

Лаг, при котором автокорреляционная функция достигает своего максимума, как правило, соответствует величине цикла. В приведенном примере автокорреляционная функция достигает своего максимума при лаге в 12 периодов, что подтверждает цикличность динамического ряда.

Построение тренд-циклической модели основывается на предположении, что исходный динамический ряд содержит три компоненты: трендовую компоненту, циклическую компоненту и шумовую компоненту. Трен-

довая компонента или тренд выражает общую тенденцию динамического ряда. Циклическая компонента отражает периодические колебания. А шумовая компонента или шум – случайные отклонения.

Разработка модели сводится к следующим действиям:

1. Выделение трендовой компоненты и ее описание с помощью аналитической функции.
2. Выделение циклической компоненты и ее оценка с помощью линейных или относительных величин сезонных колебаний.
3. Устранение шумовой компоненты.
4. Построение модели путем синтеза выделенных трендовой и циклической компонент.

Рассмотрим построение тренд-циклической модели на примере динамического ряда, в котором циклические колебания наблюдаются каждые 12 месяцев.

Выделение трендовой компоненты производится сглаживанием исходного динамического ряда методом скользящей средней с последующим подбором аналитической функции. Окно сглаживания выбирается равным периоду цикла.

Поскольку период цикла в нашем случае будет равен 12 месяцам, то сглаживание необходимо произвести следующим образом:

$$Y_{c1no12}^{c2l} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Y_i}{12}, \quad (37)$$

$$Y_{c2no13}^{c2l} = \frac{\sum_{i=2}^{13} Y_i}{12}, \quad (38)$$

...

где Y_{c1no12}^{c2l} , Y_{c2no13}^{c2l} и др. – сглаженные значения динамического ряда за соответствующие периоды; Y_i – фактические значения исходного динамического ряда.

В случае, если сглаживание производится с окном сглаживания, содержащим четное количество периодов, то значения полученного сглаженного ряда будут соответствовать центрам соответствующих периодов. Другими словами, периоды сглаженного ряда будут смещены относительно периодов исходного ряда на пол периода. Результаты сглаживания разместим в гр. 3 таблицы 19.

Для приведения в соответствие периодов сглаженного ряда к периодам исходного их необходимо центрировать.

Центрирование производится путем расчета средней величины между соседними значениями сглаженного ряда:

$$Y_7^{центр} = \frac{Y_{c1no12}^{cgl} + Y_{c2no13}^{cgl}}{2}, \quad (39)$$

$$Y_8^{центр} = \frac{Y_{c2no13}^{cgl} + Y_{c3no14}^{cgl}}{2}, \quad (40)$$

...

где $Y_7^{центр}$, $Y_8^{центр}$ и др. – центрированные значения сглаженного ряда.

Таблица 19. Пример построения тренд-циклической модели временного ряда

| Порядковый номер периода | Фактические значения временного ряда | Сглаженный ряд ($Y_{c_no_}$) | Центрированный сглаженный ряд ($Y_i^{центр}$) | Трендовая компонента (Y_t) | Оценка циклической компоненты (I_i или ΔY_i) | Скорректированная циклическая компонента ($I_j^{корр}$ или $\Delta Y_j^{корр}$) | Расчетное значение динамического ряда ($f(t)$) |
|--------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Y_1 | | | y_1 | | $I_1^{корр}$ или $\Delta Y_1^{корр}$ | $f(1)$ |
| 2 | Y_2 | | | y_2 | | $I_2^{корр}$ или $\Delta Y_2^{корр}$ | $f(2)$ |
| 3 | Y_3 | | | y_3 | | $I_3^{корр}$ или $\Delta Y_3^{корр}$ | $f(3)$ |
| 4 | Y_4 | | | ... | | ... | |
| 5 | Y_5 | | | ... | | ... | |
| 6 | Y_6 | | | ... | | ... | |
| 7 | Y_7 | Y_{c1no12}^{c2l} | $Y_7^{центр}$ | ... | I_7 или ΔY_7 | ... | ... |
| 8 | Y_8 | Y_{c2no13}^{c2l} | $Y_8^{центр}$ | ... | I_8 или ΔY_8 | ... | ... |
| 9 | Y_9 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 10 | Y_{10} | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 11 | Y_{11} | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 12 | Y_{12} | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 13 | Y_{13} | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Расчетные значения сглаженного центрированного ряда необходимо разместить в гр. 4 таблицы 19. В полученном динамическом ряду будет полностью исключена циклическая компонента за счет того, что циклические колебания погасили друг друга. Пример сглаженного центрированного ряда приведен на рисунке 32.

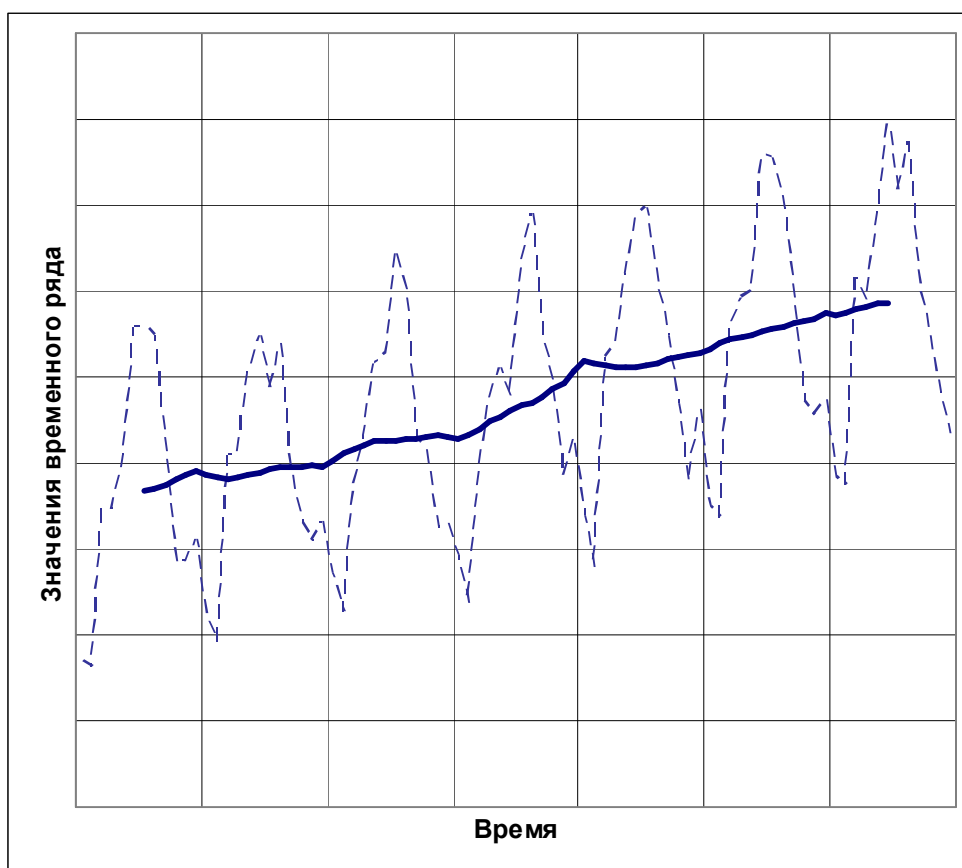


Рисунок 32. Пример сглаженного центрированного ряда

Сглаженный центрированный ряд все еще содержит шумовую компоненту. Ее устранение производится методом аналитического выравнивания путем подбора линии тренда и построения уравнения регрессии.

Расчетные значения тренда (y_t), полученные путем подстановки соответствующих номеров периода в построенное уравнение регрессии, размещаются в графе 5 таблицы 19.

Оценка циклической компоненты может быть осуществлена двумя способами:

- 1) оценка линейной величины циклических колебаний;
- 2) оценка относительной величины циклических колебаний.

Если амплитуда колебаний динамического ряда остается приблизительно постоянной, то целесообразно оценивать абсолютную величину циклических колебаний. Если амплитуда колебаний с ростом тренда динамического ряда возрастает или, наоборот, со снижением тренда уменьша-

ется, то лучшие результаты дает оценка относительной величины циклических колебаний.

Оценка величины сезонных колебаний проводится следующим образом.

1) Оценка отклонений фактических значений динамического ряда от значений сглаженного центрированного ряда.

Абсолютные отклонения оцениваются следующим образом:

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_i^{\text{центр}} \quad (41)$$

Индексы, характеризующие эти отклонения, можно рассчитать по формуле:

$$I_i = \frac{Y_i}{Y_i^{\text{центр}}} \quad (42)$$

Значения полученных индексов помещены в графу 7 таблицы 19.

2) Группировка абсолютных отклонений или индексов по месяцам и расчет средних величин. Среднее абсолютное отклонение $\Delta \bar{Y}_j$ за j -ый месяц года рассчитывается как средняя арифметическая величина, а средний индекс (\bar{I}_j) за j -ый месяц года можно рассчитать как среднюю геометрическую величину соответствующих значений. Средняя геометрическая величина определяется как корень n -ой степени из произведения соответствующих индексов, где n – число индексов принятых к расчету.

Принято считать, что в течение цикла индексы взаимопогашают друг друга, т.е. произведение индексов \bar{I}_j за весь цикл должно быть равно единице. Для приведения рассчитанных индексов в соответствие с этим требованием рассчитывается корректирующий коэффициент ($I_{\text{корр}}$), численно равный средней геометрической величине всех \bar{I}_j .

После расчета корректирующего индекса, все значения \bar{I}_j умножаются на его величину. Полученные значения скорректированных индексов ($\bar{I}_j^{\text{корр}}$) отражают циклическую компоненту за j -ый месяц.

Аналогичные операции можно проделать, в случае необходимости, для корректировки абсолютных оценок сезонной компоненты.

Результаты оценки циклической компоненты удобно представлять в форме таблицы 20. Данные графы 6 таблицы 20 переносятся в графу 7 таблицы 19.

Таблица 20. Оценка циклической компоненты динамического ряда

| Месяц | Циклическая компонента | | | Средняя циклическая компонента | Скорректированная циклическая компонента |
|----------|------------------------|-----|-----|--------------------------------|--|
| | 200_г. | ... | ... | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Январь | | | | | |
| Февраль | | | | | |
| Март | | | | | |
| Апрель | | | | | |
| Май | | | | | |
| Июнь | | | | | |
| Июль | | | | | |
| Август | | | | | |
| Сентябрь | | | | | |
| Октябрь | | | | | |
| Ноябрь | | | | | |
| Декабрь | | | | | |

Таким образом, выделена каждая из компонент тренд-циклической модели, и ее обобщенный вариант можно представить в виде следующего регрессионного уравнения для модели с абсолютными оценками сезонной компоненты:

$$f(t) = y_t + \Delta \bar{Y}_j^{корр} \quad (43)$$

или для модели с относительными оценками сезонной компоненты:

$$f(t) = y_t * \bar{I}_j^{корр}, \quad (44)$$

где t – номер периода по порядку; y_t – значение трендовой компоненты для периода t ; $\Delta \bar{Y}_j^{корр}$ и $\bar{I}_j^{корр}$ – скорректированное значение сезонной компо-

ненты в абсолютном или относительном выражении, отражающий циклическую компоненту за j -ый месяц; j – порядковый номер месяца в году.

Прогноз по построенной модели может быть получен путем подстановки в функцию $f(t)$ номера периода и величины сезонного компонента, соответствующего номеру периода в цикле.

Построенная таким образом тренд-циклическая модель, как правило, дает хорошие результаты для большинства простых динамических рядов, не содержащих более одной циклической компоненты или циклической компоненты с нестабильной длительностью цикла.

Более сложные динамические ряды прогнозируются с использованием расчетов, ориентированных на выделение нескольких циклических компонент или компонент с изменяющейся длительностью цикла.

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 14. В таблице 21. представлена информация об объемах продаж цемента с оптовой базы.

Таблица 21. Объем продаж цемента за 2005-2007гг.

| Порядковый номер периода | Год | Квартал | Объем продаж, тонн |
|--------------------------|------|---------|--------------------|
| 1 | 2005 | I | 11,5 |
| 2 | | II | 28,8 |
| 3 | | III | 38,9 |
| 4 | | IV | 21,6 |
| 5 | 2006 | I | 17,2 |
| 6 | | II | 40,2 |
| 7 | | III | 54,5 |
| 8 | | IV | 29,4 |
| 9 | 2007 | I | 24,4 |
| 10 | | II | 60,2 |
| 11 | | III | 76,4 |
| 12 | | IV | 41,1 |

Необходимо:

1. Отобразить динамику объемов реализации цемента на графике и охарактеризовать ее.
2. Построить автокорреллограмму. Определить шаг сезона на основе величины временного лага, при котором наблюдается наибольшая автокорреляция.
3. Выделить трендовую компоненту приведенного динамического ряда сглаживанием методом скользящей средней. Окно сглаживания выбрать равным шагу сезона. Сцентрировать сглаженный ряд, если необходимо.
4. Устранить шум из полученной трендовой компоненты путем подбора линии тренда.

5. Выделить сезонную компоненту в абсолютном измерении, как разность между фактическим и сглаженным центрированным динамическим рядом. Найти средне-сезонные отклонения на основе средней арифметической за соответствующие кварталы. При необходимости скорректировать их.
6. Построить тренд-сезонную модель вида $y=f(t_i)+S_j$, где $f(t_i)$ – функция, аппроксимирующая трендовую компоненту, S_j - средний сезонный компонент за j -й квартал в абсолютном выражении. Рассчитать коэффициент аппроксимации.
7. Сделать прогноз объемов реализации цемента на I кв. 2008г. Рассчитать доверительный интервал прогноза для вероятности 95%.
8. По результатам выполнения задания составить аналитический отчет.

Задание 15. На основе данных приведенных в задании №14 и промежуточных расчетов, полученных в ходе его выполнения постройте, тренд-сезонную модель вида $y=f(t_i)*I_j$, где $f(t_i)$ – функция, аппроксимирующая трендовую компоненту, I_j - средний индекс, характеризующий сезонные отклонения за j -й квартал в относительном выражении.

Индексы, характеризующие сезонные отклонения, рассчитайте как частное от деления фактических значений ряда на соответствующие значения сглаженного центрированного ряда. Средние индексы по кварталам рассчитайте на основе средней геометрической величины. Для расчета средней геометрической величины удобно воспользоваться функцией *Microsoft Excel* «СРГЕОМ».

Оцените аппроксимацию исходных данных моделью. Сделайте прогноз объемов реализации цемента на I кв. 2008 г. Рассчитайте доверительный интервал прогноза для вероятности 95%. Сравните результаты прогноза и оценочные показатели с результатами, полученными в предыдущем задании. Сделайте выводы.

Задание 16. В таблице 22 приведены данные о емкости рынка безалкогольных напитков региона за 2001-2007гг.

Таблица 22. Динамика емкости рынка безалкогольных напитков за 2001-2007гг., дал.

| Месяц | Год | | | | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Январь | 6 702 | 7 206 | 7 722 | 7 925 | 8 401 | 8 485 | 8 848 |
| Февраль | 6 631 | 6 934 | 7 287 | 7 374 | 7 797 | 8 382 | 8 753 |
| Март | 8 457 | 9 099 | 8 744 | 8 940 | 10 238 | 10 563 | 11 155 |
| Апрель | 8 456 | 9 110 | 9 334 | 9 769 | 10 406 | 10 937 | 10 898 |
| Май | 9 100 | 10 038 | 10 162 | 10 126 | 11 217 | 10 998 | 11 917 |
| Июнь | 10 586 | 10 491 | 10 270 | 9 772 | 11 891 | 12 587 | 12 955 |
| Июль | 10 593 | 9 830 | 11 482 | 11 371 | 11 971 | 12 557 | 12 131 |
| Август | 10 479 | 10 392 | 10 987 | 11 896 | 11 057 | 11 976 | 12 752 |
| Сентябрь | 9 044 | 8 947 | 9 313 | 10 511 | 10 490 | 10 906 | 11 016 |
| Октябрь | 7 837 | 8 312 | 9 171 | 9 944 | 9 701 | 9 720 | 10 493 |
| Ноябрь | 7 855 | 8 096 | 8 264 | 8 853 | 8 794 | 9 560 | 9 832 |
| Декабрь | 8 115 | 8 331 | 8 312 | 9 312 | 9 638 | 9 745 | 9 355 |
| Итого | 103 855 | 106 786 | 111 048 | 115 793 | 121 601 | 126 416 | 130 105 |

Проанализируйте исходную информацию. Постройте прогнозные модели емкости рынка несколькими способами. Оцените качество построенных моделей. Сравните полученные результаты. Рассчитайте прогнозные значения емкости рынка безалкогольных напитков региона на 2008г. Определите доверительный интервал.

Задание 17. В таблице 23 приведена информация о динамике численности абонентов мобильной связи Республики Беларусь за период с июня 2003 года по январь 2008 года.

Таблица 23. Динамика численности абонентов мобильной связи Республики Беларусь, 2003-2008гг, тыс. абонентов.

| Месяц | Год | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Январь | - | 1193 | 2473 | 4049 | 5723 | 7244 |
| Февраль | - | 1259 | 2559 | 4152 | 5827 | - |
| Март | - | 1350 | 2685 | 4291 | 5960 | - |
| Апрель | - | 1424 | 2790 | 4401 | 6067 | - |
| Май | - | 1516 | 2909 | 4534 | 6193 | - |
| Июнь | 654 | 1617 | 3047 | 4672 | 6324 | - |
| Июль | 713 | 1725 | 3172 | 4811 | 6453 | - |
| Август | 789 | 1852 | 3334 | 4978 | 6602 | - |
| Сентябрь | 864 | 1976 | 3484 | 5134 | 6740 | - |
| Октябрь | 937 | 2095 | 3614 | 5272 | 6864 | - |
| Ноябрь | 1003 | 2199 | 3728 | 5392 | 6969 | - |
| Декабрь | 1131 | 2380 | 3947 | 5624 | 7157 | - |

Проанализируйте исходную информацию. Постройте прогнозную модель численности абонентов мобильной связи изученными ранее методами. Оцените качество построенной модели. Рассчитайте прогнозное значение численности абонентов мобильной связи на несколько месяцев вперед. Определите доверительный интервал сделанного прогноза. Изложите результаты в аналитическом отчете.

Задание 18. Используя данные задания №17, постройте прогнозную модель, основанную на логистической функции:

$$f(t) = \frac{1}{\frac{1}{b} + a_1 * a_2^t}, \quad (45)$$

где $0 < a_2 < 1$.

Для построения модели используйте традиционную функцию потерь:

$$\sum_{i=1}^n (Y_i^{\phi} - Y_i^p)^2 \rightarrow \min \quad (46)$$

В качестве инструмента минимизации функции потерь воспользуйтесь встроенной надстройкой *Microsoft Excel* «Поиск решения». Для подбора функции используйте методические рекомендации задания № 7.

Рассчитайте прогнозное значение численности абонентов мобильной связи на несколько месяцев вперед. Определите точку насыщения. Рассчитайте доверительный интервал прогноза. Сравните полученные результаты с прогнозом, сделанном в предыдущем задании. Сделайте выводы и изложите их в аналитической записке.

Задание 19. На основе информации, приведенной в задании №17, рассчитайте величину ежемесячного прироста абонентов мобильной связи. Изучите особенности ее динамики.

Постройте тренд-циклическую модель. Дайте характеристику трендовой и циклической составляющим. Объясните возможные причины выявленных закономерностей.

Рассчитайте оценочные показатели построенной модели. Сделайте прогноз прироста численности абонентов мобильной связи на несколько месяцев вперед. Оцените доверительный интервал сделанного прогноза.

Сравните полученные данные с результатами заданий №17 и №18. Обоснуйте выбор лучшей модели. Результаты изложите в аналитическом отчете.

Задание 20. В таблице 24 представлены данные о емкости рынка облицовочной плитки за 2005-2007гг.

Таблица 24. Емкость рынка облицовочной плитки, тыс.м².

| Месяц | Годы | | |
|--------------|--------|--------|--------|
| | 2005 | 2006 | 2007 |
| Январь | 621,5 | 618,2 | 627,3 |
| Февраль | 623,4 | 617,5 | 631,5 |
| Март | 624,7 | 618,3 | 634,2 |
| Апрель | 622,8 | 619,8 | 638,2 |
| Май | 626,7 | 622,4 | 645,3 |
| Июнь | 641,2 | 634,2 | 652,8 |
| Июль | 642,3 | 635,1 | 648,2 |
| Август | 635,7 | 638,2 | 644,6 |
| Сентябрь | 638,2 | 621,3 | 634,2 |
| Октябрь | 632,5 | 618,2 | 629,8 |
| Ноябрь | 629,4 | 617,6 | 623,5 |
| Декабрь | 624,3 | 623,1 | 629,4 |
| Итого за год | 7562,7 | 7483,9 | 7639,0 |

Постройте график, отражающий динамику изменения емкости рынка облицовочной плитки за три года, и дайте его визуальную характеристику. Осуществите прогноз емкости рынка облицовочной плитки на январь – июль следующего года с учетом сезонных колебаний. В пояснительной записке сделайте выводы о целесообразности составления прогноза емкости рынка облицовочной плитки на основе сезонных колебаний, сформулируйте преимущества и недостатки данного метода. Предложите свой метод получения более точного прогноза.

7. Прогнозирование рынка на основе многофакторных регрессионных моделей

Цель: получить навыки прогнозирования рыночных процессов на основе многофакторных регрессионных моделей

Задачи:

- изучить сущность корреляционно-регрессионного анализа
- освоить особенности подготовки исходных данных для прогнозирования
- ознакомиться с видами корреляционно-регрессионных моделей и научиться их правильно интерпретировать
- изучить оценочные показатели многофакторных корреляционно-регрессионных моделей
- освоить методы повышения качества многофакторных корреляционно-регрессионных моделей
- научиться использовать корреляционно-регрессионный анализ для прогнозирования рынка

Вопросы для подготовки к занятиям:

1. Корреляционно-регрессионный анализ в рыночных прогнозах
2. Разработка гипотезы и подготовка исходных данных для прогнозирования
3. Виды корреляционно-регрессионных моделей и их интерпретация
4. Оценка и повышение качества многофакторных корреляционно-регрессионных моделей

Краткое содержание темы

Прогнозирование экономических процессов с использованием методов экстраполяции, как правило, является начальным шагом в поиске внутренней логики прогнозируемого явления.

Разработка многофакторных корреляционно-регрессионных моделей позволяет глубже изучить прогнозируемые показатели и получить обоснованные результаты прогноза.

Основная идея использования корреляционно-регрессионного анализа в прогнозировании рынка сводится к выявлению взаимосвязей между различными экономическими показателями и разработке прогноза на основе этих зависимостей.

Пример такой зависимости приведен на рисунке 33.

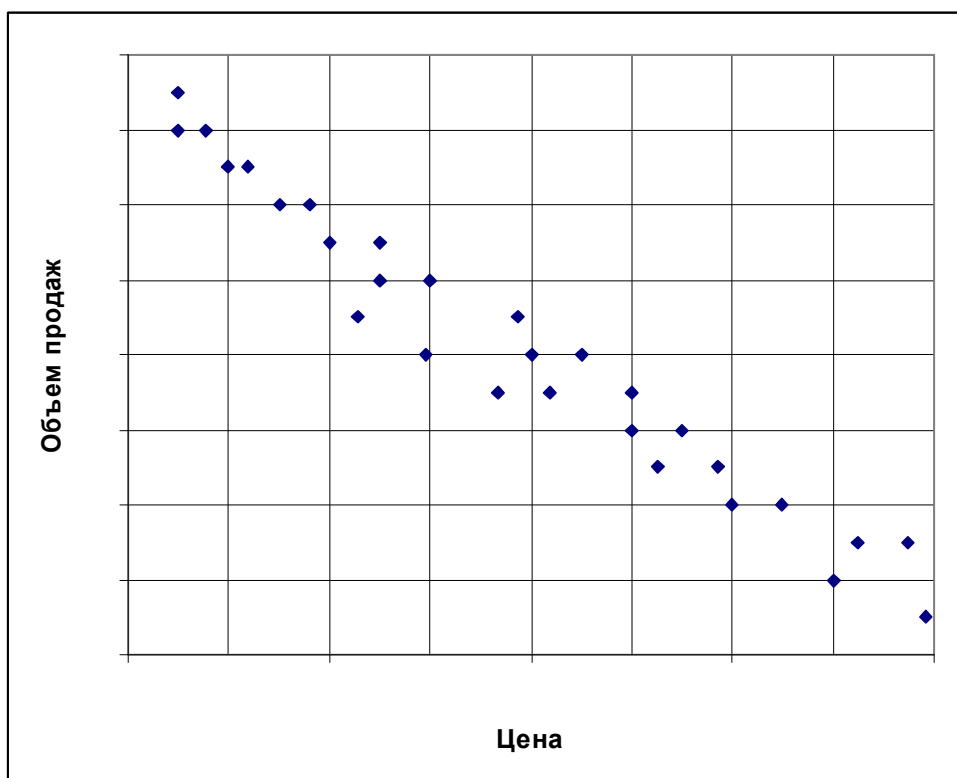


Рисунок 33. Пример зависимости объема продаж от цены

Следует обратить внимание на то, что корреляционно-регрессионный анализ не устанавливает причинно-следственные связи, а лишь подтверждает или опровергает их.

Располагая подобной информацией можно построить корреляционно-регрессионную модель. В приведенном примере модель будет однофакторной.

Если прогнозируемый показатель зависит не от одного фактора, как в приведенном примере, а от множества, то и модель будут называть многофакторной.

В общем случае многофакторная модель имеет вид

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n), \quad (47)$$

где, y – прогнозируемый показатель; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n$ – факторы оказывающие влияние на прогнозируемый показатель.

Такие модели, как правило, используют, если в ходе анализа выявлена и обоснована зависимость одного явления от другого. Например, наблюдается объясняемая с позиций экономических законов корреляция между определенными показателями.

Основной задачей регрессионного анализа является выявление количественной оценки данной взаимосвязи.

Плюсами такого подхода является то, что прогноз в этом случае значительно лучше поддается содержательной интерпретации, чем простая экстраполяция тренда.

При использовании регрессии экономист лучше понимает природу исследуемого явления. Кроме того, регрессионная модель создает базу для получения экспериментальных данных в зависимости от возможных изменений факторов.

Регрессионный анализ предполагает последовательное решение следующих задач:

- 1) выбор независимых переменных, существенно влияющих на зависимую (прогнозируемую величину)

2) определение вида уравнения регрессии и оценка его параметров с помощью статистических методов обработки данных

Выбор независимых переменных является наиболее сложной задачей. Ее решение основано на анализе изучаемых взаимосвязей.

При определении перечня независимых переменных нужно стремиться использовать как можно большее число факторов, заранее понимая, что в дальнейшем часть из них будет исключена.

Основными методами отбора факторов являются:

- корреляционно-регрессионный анализ
- факторный анализ
- экспертные оценки

Использование метода корреляционно-регрессионного анализа предполагает построение уравнений регрессии моделируемого показателя по различным группам факторных признаков из исходного набора.

Критерием эффективности (необходимости) отобранных факторов являются, как правило, коэффициент детерминации и (или) стандартная ошибка подбора функции.

Такой подход требует перебора всех возможных вариантов включения факторных признаков и связан со значительными трудозатратами на поиск лучшей модели.

Основное внимание необходимо уделять целенаправленному поиску значимых факторов, который можно производить следующим образом:

1) Поиск значимых факторов по принципу перехода от большего к меньшему. Т.е. сначала в модель включают максимально возможное число факторов, а затем постепенно уменьшают их количество. В основу отбора кладут количественную характеристику силы влияния признака на результат. Для этих целей интерпретируют коэффициенты корреляции и регрессии.

2) Другой прием отбора переменных основан на противоположном принципе. Т.е. на постепенном увеличении числа факторов, делая модель,

с каждым разом все более сложной. Привлечение новых факторов оправдано, если это приводит к новым выводам или установлению новых взаимосвязей.

3) Оценка абсолютной величины парных коэффициентов корреляции между результативными признаками и факторными. Но, следует иметь в виду, что не проводя экономического осмысления этих коэффициентов, можно прийти к неправильным выводам.

Регрессионные модели относятся к классу экономико-статистических моделей. Они используются для установления количественной характеристики связи, зависимости и взаимообусловленности экономических показателей.

Системы такого рода, в зависимости от сложности модели, могут подразделяться на:

- однофакторные модели
- многофакторные модели
- эконометрические модели.

Примеры однофакторных моделей:

$$y = b + a x, \quad (48)$$

$$y = b + a/x, \quad (49)$$

$$y = b + a * \lg(x) \quad (50)$$

и др.,

где y — значение прогнозируемого показателя; b — свободный член уравнения регрессии, определяющий положение начальной точки линии регрессии в системе координат; x — значение фактора; a — коэффициент регрессии, характеризующий норму изменения y на единицу x .

Многофакторные модели позволяют одновременно учитывать воздействие нескольких факторов на уровень прогнозируемого показателя. При этом прогнозируемый показатель выступает как функция от факторов:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \quad (51)$$

где $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ - факторы.

При линейной зависимости многофакторные модели могут быть представлены следующим уравнением:

$$y = b + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (52)$$

где b — свободный член; a_1, a_2, \dots, a_n — коэффициенты регрессии, показывающие степень влияния соответствующего фактора на прогнозируемый показатель при фиксированном значении остальных факторов. Для линейной функции положительное значение коэффициента регрессии указывает на прямую зависимость, а отрицательное на обратную.

При экономическом интерпретировании коэффициентов регрессии необходимо исходить из:

- вида установленной связи;
- экономического содержания независимых признаков.

В частности, если линейная регрессионная многофакторная модель отвечает предъявляемым требованиям, то коэффициенты регрессии a_1, a_2, \dots, a_n показывают на сколько зависимый признак y изменяется при изменении соответствующего независимого признака x_i при неизменности прочих факторов.

При нелинейной зависимости многофакторная модель может иметь вид:

$$y = b * a_1^{x_1} * a_2^{x_2} * \dots * a_n^{x_n}. \quad (53)$$

Коэффициенты регрессии такой модели обычно бывают близкими к единице. При этом если коэффициент регрессии больше единицы, то он выражает прямую зависимость между функцией и фактором. И наоборот, если коэффициенты регрессии меньше единицы, то зависимость обратная. Во многих случаях построение подобной модели дает лучший результат, поскольку линейные зависимости в экономике встречаются редко.

Эконометрической моделью называют систему регрессионных уравнений и тождеств, описывающих взаимосвязи и зависимости основных показателей развития экономики.

$$\begin{cases} y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) \\ x_1 = f(z_1) \\ \dots \\ x_n = f(z_n) \end{cases} \quad (54)$$

Система экономико-математических моделей эконометрического типа служит для описания сложных социально-экономических процессов. Эконометрические модели позволяют прогнозировать широкий круг показателей.

При оценке качества построения многофакторных корреляционно-регрессионных моделей используют различные показатели и статистические характеристики.

Наиболее часто при этом используется следующие виды оценки:

1. Оценка коэффициентов регрессии и их экономическая интерпретация.
2. Оценка коэффициента детерминации.
3. Оценка частных, парных и множественных коэффициентов корреляции.
4. Оценка коэффициента аппроксимации, стандартной ошибки прогноза и др. показателей качества подбора функции.

В отдельных случаях построение многофакторных корреляционно-регрессионных моделей приводит к трудно-интерпретируемым результатам. Наиболее часто встречающиеся причины неудовлетворительных многофакторных моделей сводятся к следующим:

- качество подобранных данных
- нелинейность зависимостей
- наличие мультиколлинеарности

Улучшить качество данных можно устранением выбросов или изменением числа факторов, входящих в модель.

Нелинейность зависимостей может быть устранена построением модели, адекватной реальным процессам.

Мультиколлинеарностью называется явление, когда в многофакторной корреляционно-регрессионной модели есть несколько факторов которые имеют сильную линейную корреляцию друг с другом.

Мультиколлинеарность затрудняет проведение анализа по ряду причин:

- усложняется процесс выделения наиболее существенных факторов
- искажаются коэффициенты регрессии, и экономическая интерпретация может становиться абсурдной
- возникают осложнения вычислительного характера, так как мультиколлинеарность может приводить к появлению неопределенного множества решений при нахождении коэффициентов регрессии.

Для устранения мультиколлинеарности применяют следующие подходы:

- сбор дополнительных сведений о факторных признаках;
- исключение из модели одного или нескольких линейно-связанных факторов на основании результатов анализа парных коэффициентов корреляции и априорных сведениях о влиянии каждого фактора на результативный;
- исключение некоторых наблюдений из модели, которые могут вызывать появление мультиколлинеарности.

Для анализа парных коэффициентов корреляции составляют аналитическую таблицу (см. табл. 25), в которой на пересечении каждой строки и столбца помещают коэффициенты корреляции между соответствующими зависимым и независимыми факторами.

Таблица 25. Анализ парных коэффициентов корреляции

| | Y | x_1 | x_2 | x_3 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| y | 1 | | | |
| x_1 | 0,7 | 1 | | |
| x_2 | -0,8 | -0,76 | 1 | |
| x_3 | -0,03 | -0,03 | 0,03 | 1 |

Согласно данным таблицы 25, независимые факторы x_1 и x_2 сильно коррелируют с зависимым фактором y . В то же время независимые факторы x_1 и x_2 имеют сильную линейную корреляцию друг с другом, что указывает на наличие мультиколлинеарности. Для ее устранения необходимо удалить из модели один из факторов. Обычно исключают тот независимый фактор, который меньше других коррелирует с зависимым фактором. В приведенном примере следует исключить фактор x_1 .

Задания для практических и лабораторных занятий

Задание 21. В таблице 26 приведена информация о динамике объемов продаж метизов мелко-оптовой фирмой и размере рекламного бюджета.

Таблица 26. Динамика объемов продаж метизов и рекламного бюджета мелко-оптовой фирмы

| Порядковый номер периода | Год | Месяц | Объем продаж, млн. руб. | Рекламный бюджет, млн. руб. |
|--------------------------|------|----------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2007 | Январь | 22,3 | 0,24 |
| 2 | | Февраль | 25,8 | 0,85 |
| 3 | | Март | 23,9 | 0,35 |
| 4 | | Апрель | 26,1 | 0,74 |
| 5 | | Май | 27,5 | 0,78 |
| 6 | | Июнь | 26,9 | 0,52 |
| 7 | | Июль | 27,2 | 0,60 |
| 8 | | Август | 25,8 | 0,43 |
| 9 | | Сентябрь | 24,3 | 0,39 |
| 10 | | Октябрь | 24,2 | 0,37 |
| 11 | | Ноябрь | 24,9 | 0,59 |

| | | | | |
|----|------|---------|------|------|
| 12 | | Декабрь | 26,2 | 0,67 |
| 13 | 2008 | Январь | 23,1 | 0,23 |
| 14 | | Февраль | 25,1 | 0,70 |
| 15 | | Март | 24,2 | 0,44 |

Проанализируйте исходную информацию. Постройте одно- и многофакторные корреляционно-регрессионные модели. В качестве факторов влияющих на объем продаж, выберите размер рекламного бюджета, объем продаж за предыдущий период, временной фактор или любые комбинации этих факторов. Оцените качество построенных моделей. На основе лучшей из них спрогнозируйте объем продаж на апрель 2008г. и оцените доверительный интервал.

Плановый размер рекламного бюджета на апрель 2008г. составляет 0,8 млн. руб.

Методические рекомендации по выполнению задания

В предложенном задании необходимо построить уравнение регрессии зависимой переменной Y от независимых переменных X_1, X_2, \dots . При этом в качестве зависимой переменной выступает объем продаж, а в качестве независимых – факторы, оказывающие на него влияние.

Наиболее простые зависимости можно выделить с помощью линейной функции, которая в общем виде может быть представлена следующим образом:

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + b, \quad (55)$$

где a_1, a_2 и a_3 – коэффициенты регрессии, а b – свободный член модели.

Для построения линейного регрессионного уравнения можно воспользоваться функцией *Microsoft Excel* ЛИНЕЙН.

Предположим, что мы решили построить уравнение регрессии, выражающего зависимость объема продаж от размера рекламного бюджета и временного фактора.

Разместим исходную информацию в диапазоне ячеек A1:C16. При этом в ячейках A1:C1 будут находиться названия граф таблицы, а в остальных ячейках данные. Данные в графах будут последовательно содержать информацию об объемах продаж, номере периода по порядку и размере рекламного бюджета. Номер периода по порядку будет выступать в качестве первого независимого фактора (X_1), а объем рекламного бюджета в качестве второго (X_2). При выборе других факторов номера следует присваивать так же, т.е. последовательно, слева на право.

Поскольку функция ЛИНЕЙН возвращает не одно значение, а массив данных, то для того, чтобы ее использовать, необходимо выделить диапазон ячеек с количеством строк равным пяти и количеством столбцов на единицу большим, чем количество независимых факторов. В нашем примере это может быть диапазон ячеек A18:C22. После этого нужно выполнить команды «Вставка», «Функция» «ЛИНЕЙН».

В качестве аргументов функции ЛИНЕЙН установить следующие:

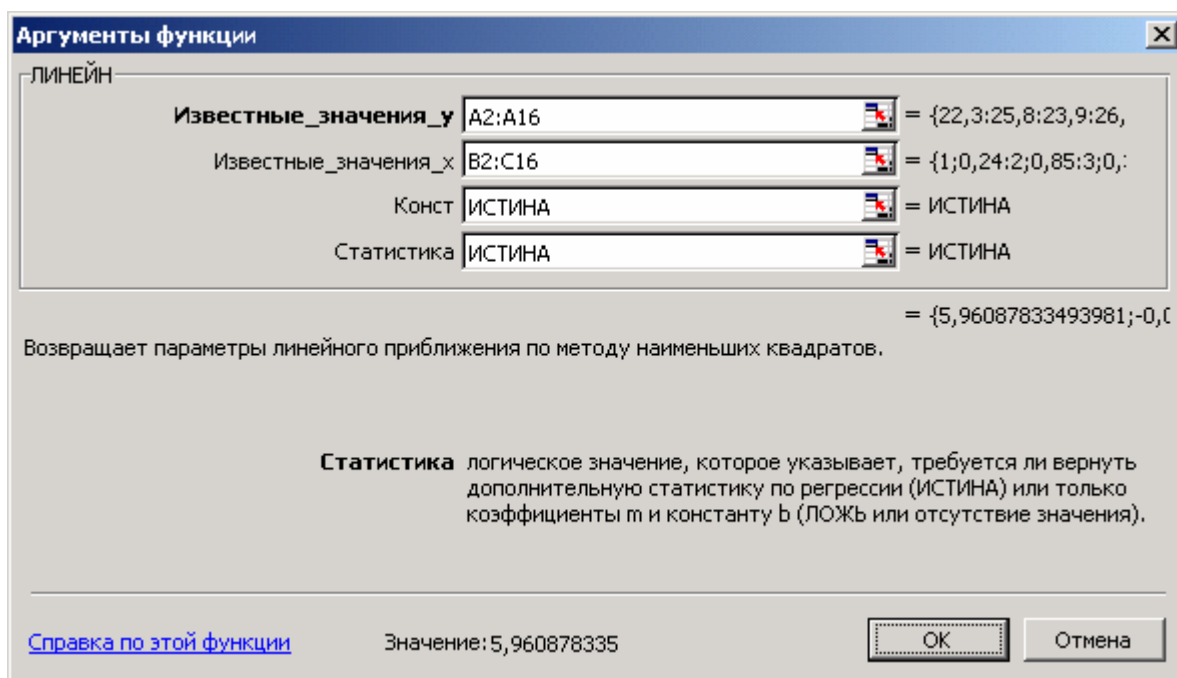


Рисунок 34. Пример установки параметров функции «Линейн»

Для выполнения расчетов необходимо, удерживая клавиши *Ctrl+Shift*, нажать кнопку «OK».

Результатом работы функции ЛИНЕЙН будет следующая таблица:

Таблица 27. Результаты выполнения функции «Линейн»

| | | | | | |
|------------|------------|-----|----------|----------|-------|
| a_n | a_{n-1} | ... | a_2 | a_1 | B |
| S_{an} | S_{an-1} | ... | S_{a2} | S_{a1} | S_b |
| R^2 | S_Y | | | | |
| F | d_f | | | | |
| $SS_{рез}$ | $SS_{ост}$ | | | | |

Из этой информации необходимо отобрать коэффициенты регрессии (a_1, a_2, \dots) и свободный член (b) и переписать в конкретном виде общее уравнение регрессии. Далее необходимо оценить достоверность полученной зависимости и качества регрессионной модели. Оценка модели производится по величине R^2 , представляющей собой коэффициент детерминации. Для интерпретации остальных показателей, возвращаемых функцией, воспользуйтесь справочной системой *Microsoft Excel*.

На основе полученного регрессионного уравнения разрабатывается прогноз путем подстановки соответствующих значений независимых факторов. Качество подбора функции может быть оценено при помощи коэффициента аппроксимации.

Корреляционно-регрессионная модель с использованием другого набора факторов может быть построена аналогично.

Следует отметить, что линейные зависимости не всегда характерны для экономических процессов. Поэтому в случае, если достоверность линейной модели низкая, можно построить и более универсальную нелинейную (показательную) модель, которая в общем виде выглядит следующим образом:

$$Y = b * a_1^{X1} * a_2^{X2} * a_3^{X3} \dots \quad (56)$$

Расчет коэффициентов показательной модели аналогичен. Для ее построения используется функция ЛГРФПРИБЛ.

Задание 22. В таблице 28 представлены данные для прогноза объемов сбыта предприятием автомобильных стекол.

Таблица 28. Исходные данные для прогноза объема сбыта

| Месяц | Объем сбыта автостекол предприятия без предварительных заказов, штук | Средняя цена на автостекла торговой марки предприятия, рублей | Средняя оценка степени покупательской информированности об автостеклах торговой марки предприятия, баллов | Средняя цена конкурентов предприятия на аналогичные автостекла, рублей | Среднее количество ассортиментных позиций автостекла предприятия, предлагаемых на рынке, штук |
|----------|--|---|---|--|---|
| Май | 99 460 | 104 000 | 0,7 | 105 000 | 276 |
| Июнь | 96 320 | 105 000 | 1,0 | 105 000 | 271 |
| Июль | 96 540 | 106 000 | 0,7 | 106 000 | 271 |
| Август | 93 490 | 106 000 | 0,7 | 107 000 | 271 |
| Сентябрь | 93 780 | 107 000 | 0,7 | 107 000 | 278 |
| Октябрь | 92 560 | 108 000 | 1,7 | 107 000 | 278 |
| Ноябрь | 91 140 | 112 000 | 1,7 | 108 000 | 278 |
| Декабрь | | 100 000 | 4,0 | 114 000 | 290 |

На основе имеющейся информации осуществите прогноз объема сбыта автомобильных стекол предприятия на один месяц вперед, построив многофакторную корреляционно-регрессионную модель.

Для выполнения задания воспользуйтесь разработанной на кафедре промышленного маркетинга и коммуникаций программой **многофакторного моделирования REG 46**.

Программа вызывается из среды Microsoft Excel – файл **R71**. Файл можно получить у преподавателя или на сервере учебных материалов в локальной сети БГЭУ по адресу «\\Monitor\UchebM\Факультеты\Факультет маркетинга».

Внимание: Перед открытием программы убедитесь, что в *Microsoft Excel* установлен уровень безопасности от макросов не выше среднего. Проверить уровень безопасности от макросов можно последовательно вы-

полнив команды меню *Сервис\Макрос\Безопасность*. При открытии программы макросы отключать не следует.

После открытия программы необходимо выбрать рабочий лист REG46, который выглядит следующим образом:

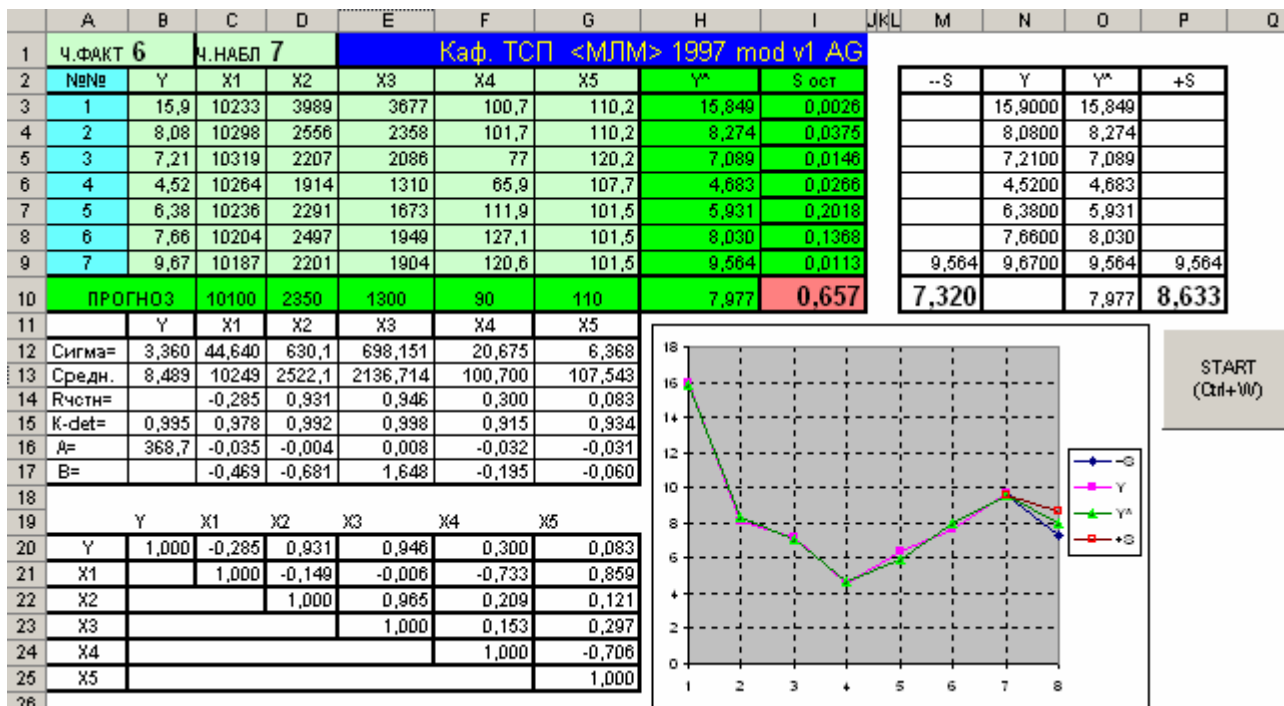


Рисунок 35. Пример рабочего листа программы REG46

В столбцы «Y», «X₁», «X₂», «X₃», «X₄» и «X₅» первой таблицы следует ввести значения имеющихся показателей за 7 месяцев, – т.е. значения объемов сбыта предприятия за май-ноябрь, среднюю цену предприятия, среднюю оценку покупательской информированности, среднюю цену конкурентов, среднее количество ассортиментных позиций, а также фактор времени (периоды с 1 по 7). В строку «прогноз» помещаются значения факторов за декабрь (в «X₅» – 8).

После чего программу необходимо запустить на выполнение сочетанием клавиш Ctrl-W. Для того чтобы сочетание клавиш сработало корректно необходимо, чтобы была включена английская раскладка клавиатуры.

В столбец Y^ первой таблицы будут выведены расчетные значения прогнозируемого показателя для каждого периода, а в ячейку, выделенную

красным фоном – значения среднеквадратического отклонения фактических значений от расчетных ($S_{ост}$).

Во вторую таблицу, расположенную ниже, выводятся рассчитанные значения оценочных показателей: среднее значение каждого фактора, среднеквадратическое отклонение, частные коэффициенты корреляции, коэффициент детерминации, коэффициенты регрессии, β -коэффициенты.

В третьей таблице будут приведены значения частных и парных коэффициентов корреляции.

1. Проверьте модель на наличие мультиколлинеарности, при необходимости проведите корректировку модели (в случае удаления из модели одного или нескольких факторов (X), необходимо изменить число факторов в верхней строчке первой таблицы, включающее в себя все X и Y и изменяющееся от 2 до 6).

2. Оцените качество модели с помощью рассчитанных показателей.

3. Запишите модель в виде уравнения, экономически интерпретируйте коэффициенты регрессии.

4. По результатам выполнения задания подготовьте пояснительную записку.

Задание 23. В таблице 28 приведена информация о емкости рынка добровольного имущественного страхования и факторах оказывающих влияние на него.

Таблица 28. Динамика емкости рынка добровольного имущественного страхования за 1998-2007гг.

| Год | Емкость рынка добровольного имущественного страхования в сопоставимых ценах, млрд. руб. | Численность населения, тыс. человек | Реальная начисленная среднемесячная заработная плата в сопоставимых ценах, тыс. руб. | Объемы жилищного строительства, тыс. квартир. | Количество строительных организаций, шт. | Объем подрядных работ, выполненных строительными организациями в сопоставимых ценах, млрд. руб. |
|------|---|-------------------------------------|--|---|--|---|
| 1998 | 0,9 | 10141,9 | 67 | 46,1 | 3608 | 47,7 |
| 1999 | 1,3 | 10093 | 79 | 47,7 | 4008 | 95,4 |
| 2000 | 4,1 | 10045,2 | 85 | 34,9 | 4259 | 421,9 |
| 2001 | 16,3 | 10019,5 | 95 | 39,4 | 3968 | 1090 |
| 2002 | 31 | 9990,4 | 123 | 32,5 | 3957 | 1932,8 |
| 2003 | 46,3 | 9950,9 | 133 | 28,8 | 4174 | 2731,4 |
| 2004 | 56,9 | 9898,6 | 137 | 32 | 4261 | 4144,6 |
| 2005 | 73,9 | 9849,1 | 160,8 | 40,4 | 4360 | 6031,5 |
| 2006 | 98 | 9800,1 | 194,5 | 43,3 | 4520 | 7961,2 |
| 2007 | 136,9 | 9750,5 | 228,3 | 45,7 | 4822 | 10617,8 |

Изучите динамику показателей и их взаимосвязи. Постройте эконометрическую модель для прогноза емкости рынка добровольного имущественного страхования на 2008г.

Результаты разработки прогноза изложите в аналитическом отчете.

Задание 24. Предприятие производит оборудование для конвейерно-поточного производства и поставляется предприятиям различных отраслей. Основным объектом закупок для предприятия является металлопродукция: горячекатаные и холоднокатаные стали; сортовые толстолистовые, среднелистовые, тонколистовые стали; сталь инструментальная; трубы разных диаметров; прутки; уголок; проволока стальная, армированная и т.д.

В таблице 29 представлены данные о соотношении объёмов закупок по рынкам и валюте платежа.

Таблица 29. Распределение рынков по объёму закупок

| Показатели | Рынки | | | |
|---------------------------|------------|------------|------|-----------|
| | Р | Р | V | С |
| 1. Объём закупок, в % | 7 | 40 | 31 | 22 |
| 2. Расчеты с поставщиками | бел. рубль | рос. рубль | Евро | долл. США |

В таблицах 30-33 представлены данные, отражающие индексы изменения объёмов сбыта продукции предприятия, объёмов закупок металлопродукции, производственных запасов, реального промышленного производства в отраслях-потребителях, а также обменные курсы национальной валюты (белорусского рубля) по отношению к валютам платежа за последние 3 года.

1. Изучите представленную в таблицах информацию и попытайтесь определить возможные тенденции в изменении индексов перечисленных выше показателей. При помощи функции КОРРЕЛ Microsoft Excel установите связь изменения индекса объёма закупок с изменениями индексов уровня производственных запасов, объёма сбыта, реального производства в отраслях, а также изменениями курса белорусского рубля, рассчитайте прогнозные значения всех показателей на ближайшие 2 квартала. Для про-

гнозирования индексов объёма сбыта продукции предприятия, объёмов закупки металлопродукции, уровня производственных запасов, реального производства в отраслях потребителей продукции предприятия, а также обменных курсов валют, следует использовать встроенные возможности *Microsoft Excel* либо программу прогнозирования методом подбора функций для временных рядов REG 45.

2. Используя надстройки «Корреляция» и «Регрессия» пакета анализа *Microsoft Excel*, постройте экономико-математическую модель конъюнктуры рынка закупок металлопродукции, используя все приведённые показатели, объясните механизм их влияния и возможные последствия для предприятия с учетом данных табл. 26. Постройте многофакторную корреляционно-регрессионную модель и рассчитайте прогноз объема закупок на следующие 2 квартала.

3. Результаты выполнения задания изложите в пояснительной записке.

Таблица 30. Индексы изменения объёмов сбыта продукции предприятия по отраслям потребителям

| Отрасли | Годы | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2005 | | | | 2006 | | | | 2007 | | | |
| | Кварталы | | | | | | | | | | | |
| | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| 1. Автомобилестроение (базовый год =100) | 101,3 | 101,9 | 100,3 | 103,3 | 103,1 | 104,3 | 103,9 | 104,9 | 106,1 | 107,1 | 107,9 | 107,1 |
| 2.Сельхозмашиностроение | 99,9 | 99,3 | 101,3 | 101,3 | 102,3 | 102,7 | 103,3 | 103,1 | 103,6 | 102,9 | 103,9 | 103,9 |
| 3. Электротехническая промышленность | 104,4 | 101,4 | 103,0 | 103,1 | 100,1 | 100,3 | 100,9 | 101,4 | 101,6 | 101,7 | 101,9 | 102,1 |
| 4. Радиоэлектронная промышленность | 93,3 | 94,3 | 93,9 | 93,1 | 92,9 | 92,7 | 91,9 | 91,6 | 92,9 | 91,3 | 91,4 | 91,5 |
| 5. Деревообработка | 103,6 | 103,9 | 103,9 | 104,1 | 104,7 | 105,2 | 105,8 | 106,3 | 106,6 | 107,9 | 108,1 | 109,3 |
| 6. Лёгкая промышленность | 111,3 | 109,8 | 111,3 | 111,4 | 112,6 | 113,6 | 114,4 | 114,9 | 116,6 | 117,3 | 119,3 | 119,6 |
| 7. Металлургия | 99,6 | 93,6 | 92,4 | 91,3 | 91,4 | 89,3 | 86,3 | 86,1 | 83,3 | 81,1 | 83,3 | 81,2 |
| 8. Пищевая промышленность | 110,6 | 114,3 | 113,1 | 113,6 | 113,3 | 109,1 | 106,3 | 104,3 | 93,3 | 93,0 | 89,1 | 83,1 |

Таблица 31. Индексы изменения объёмов закупки металлопродукции предприятия и уровня производственных запасов

| Показатели | Базовый год | Годы | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------|----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2005 | | | | 2006 | | | | 2007 | | | |
| | | Кварталы | | | | | | | | | | | |
| | | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| Объём закупок | 100 | 113,9 | 111,1 | 79,9 | 64,3 | 110,3 | 119,2 | 119,3 | 121,1 | 123,3 | 124,3 | 124,9 | 125,0 |
| Уровень производственных запасов | 100 | 43,3 | 36,6 | 40,1 | 103,3 | 69,1 | 51,4 | 33,3 | 30,4 | 29,1 | 27,3 | 26,6 | 25,1 |

Таблица 32. Индексы производства по отраслям потребителям продукции предприятия

| Отрасль | Базовый год | Годы | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2005 | | | | 2006 | | | | 2007 | | | |
| | | Кварталы | | | | | | | | | | | |
| | | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й | 1-й | 2-й | 3-й | 4-й |
| 1. Автомобилестроение | 100 | 103,6 | 104,4 | 102,3 | 106,6 | 107,9 | 107,1 | 108,1 | 111,3 | 112,3 | 112,9 | 113,1 | 113,3 |
| 2. Сельхозмашиностроение | 100 | 100,3 | 100,5 | 103,6 | 104,3 | 104,6 | 105,1 | 105,3 | 106,3 | 106 | 106,3 | 106,3 | 106,1 |
| 3. Электротехническая промышленность | 100 | 113,3 | 111,9 | 114,3 | 114,1 | 110,3 | 110,4 | 112,1 | 112,4 | 112,3 | 113,2 | 113,9 | 114,1 |
| 4. Радиоэлектронная промышленность | 100 | 101,1 | 99,3 | 99,1 | 99,1 | 98,4 | 98,1 | 97,3 | 96,9 | 96,7 | 96,5 | 96,1 | 95,3 |
| 5. Деревообрабатывающая промышленность | 100 | 110,3 | 113,9 | 114,3 | 115,3 | 116,0 | 117,4 | 118,1 | 120,3 | 123,1 | 126,3 | 126,6 | 127,7 |
| 6. Лёгкая промышленность | 100 | 115,9 | 123,4 | 129,4 | 131,3 | 132,3 | 136,3 | 137,1 | 143,4 | 143,6 | 143,9 | 144,3 | 145,1 |
| 7. Металлургия | 100 | 83,3 | 81,4 | 77,3 | 69,1 | 43,3 | 31,3 | 49,1 | 53,6 | 63,9 | 79,3 | 80,1 | 93,1 |
| 8. Пищевая промышленность | 100 | 119,3 | 117,3 | 117,7 | 121,4 | 124,3 | 130,3 | 130,9 | 133,6 | 139,3 | 149,1 | 150,6 | 159,1 |

Таблица 33. Обменные курсы национальной валюты (белорусские рубли)

| Временной период, годы/кварталы | Российский рубль, среднее значение за период | Евро, среднее значение за период | Доллар США, среднее значение за период |
|---------------------------------|--|----------------------------------|--|
| 2005 | | | |
| 1 квартал | 87 | 2854 | 2165 |
| 2 квартал | 89 | 2875 | 2159 |
| 3 квартал | 83 | 2901 | 2158 |
| 4 квартал | 80 | 2918 | 2156 |
| 2006 | | | |
| 1 квартал | 89 | 3054 | 2155 |
| 2 квартал | 93 | 2950 | 2157 |
| 3 квартал | 95 | 3043 | 2155 |
| 4 квартал | 95 | 3158 | 2156 |
| 2007 | | | |
| 1 квартал | 99 | 3263 | 2155 |
| 2 квартал | 92 | 3274 | 2154 |
| 3 квартал | 91 | 3310 | 2152 |
| 4 квартал | 94 | 3389 | 2150 |

Примечание

Каждому студенту для выполнения задания необходимо выбрать две отрасли, потребляющие продукцию предприятия (см. табл. 34).

Таблица 34. Варианты выполнения задания

| Порядковый номер по списку учебной группы | Предлагаемые отрасли (по табл. 2) | Порядковый номер по списку учебной группы | Предлагаемые отрасли (по табл. 2) |
|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | 1:2 | 11 | 2:6 |
| 2 | 1:3 | 12 | 2:7 |
| 3 | 1:4 | 13 | 2:8 |
| 4 | 1:5 | 14 | 3:1 |
| 5 | 1:6 | 15 | 3:2 |
| 6 | 1:7 | 16 | 3:4 |
| 7 | 1:8 | 17 | 3:5 |
| 8 | 2:3 | 18 | 3:6 |
| 9 | 2:4 | 19 | 3:7 |
| 10 | 2:5 | и т.д. | |

Контрольные задания

Вариант 1

1. Интерпретируйте значение коэффициентов регрессии, если полученная таблица является результатом применения функции «ЛИНЕЙН». Запишите уравнение регрессии.

Таблица 35. Результат выполнения функции «ЛИНЕЙН»

| | | | | |
|-------------|------------|-----------|----------|-----------|
| 1154,942129 | -20,391246 | -338,4703 | 52,91338 | -59650,22 |
| 7,989058532 | 20,3771618 | 52,12179 | 0,360545 | 451,0948 |
| 0,990958626 | 1283,38303 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |
| 16988,41144 | 620 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |
| 1,11925E+11 | 1021184640 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |

2. Интерпретируйте коэффициент детерминации из таблицы в задании 1. Предложите действия по улучшению модели по этому показателю, если необходимо.

3. Интерпретируйте значение парных коэффициентов корреляции. Сделайте выводы.

Таблица 36. Парные коэффициенты корреляции

| | Y | X1 | X2 | X3 | X4 |
|----|-----------|----------|----------|----------|----|
| Y | 1 | | | | |
| X1 | 0,774341 | 1 | | | |
| X2 | 0,434727 | 0,690633 | 1 | | |
| X3 | -0,721924 | 0,25828 | 0,018188 | 1 | |
| X4 | 0,81128 | 0,270562 | 0,525943 | 0,107085 | 1 |

4. Коэффициент аппроксимации. Преимущества и недостатки перед показателями, выполняющими схожие функции.

5. Преимущества универсальной логарифмической функции перед линейной при разработке прогнозов.

6. Область применения экстраполяционных моделей. Научная возможность экстраполирования.

Вариант 2

1. Интерпретируйте значение коэффициентов регрессии, если полученная таблица является результатом применения функции «ЛГРФПРИБЛ». Запишите уравнение регрессии.

Таблица 37. Результат выполнения функции «ЛГРФПРИБЛ»

| | | | | |
|-------------|------------|----------|----------|----------|
| 1,017848381 | 1,00176369 | 1,007523 | 1,000843 | 8562,627 |
| 0,000145626 | 0,00037144 | 0,00095 | 6,57E-06 | 0,008223 |
| 0,788592428 | 0,02339369 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |
| 13432,46594 | 620 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |
| 29,40444786 | 0,339304 | #Н/Д | #Н/Д | #Н/Д |

2. Интерпретируйте коэффициент детерминации из таблицы в задании 1. Предложите действия по улучшению модели по этому показателю, если необходимо.

3. Интерпретируйте значение парных коэффициентов корреляции. Сделайте выводы.

Таблица 38. Парные коэффициенты корреляции

| | Y | X1 | X2 | X3 | X4 |
|----|----------|----------|-----------|----------|----|
| Y | 1 | | | | |
| X1 | 0,774341 | 1 | | | |
| X2 | 0,434727 | 0,290633 | 1 | | |
| X3 | 0,221924 | 0,25828 | -0,718188 | 1 | |
| X4 | 0,81128 | 0,270562 | 0,525943 | 0,107085 | 1 |

4. Возможное использование показателя среднеквадратического отклонения в прогнозировании. Преимущества и недостатки этого показателя.

5. Преимущества линейной функции перед универсальной логарифмической при разработке прогнозов.

6. Область применения многофакторных корреляционно-регрессионных моделей.

Вариант 3

1. Приведите пример удовлетворительного коэффициента корреляции. Диапазон допустимых значений.

2. Интерпретируйте значение коэффициентов регрессии в универсальной логарифмической функции.

$$Y = 5888 * 1,00287^{x_1} * 0,999912^{x_2} \quad (57)$$

3. Как можно использовать приведенную таблицу парных коэффициентов корреляции? Интерпретируйте значения коэффициентов. Сделайте выводы.

Таблица 39. Парные коэффициенты корреляции

| | Y | X1 | X2 | x3 | x4 |
|----|-----------|----------|----------|----------|----|
| Y | 1 | | | | |
| X1 | 0,774341 | 1 | | | |
| X2 | 0,434727 | 0,690633 | 1 | | |
| X3 | -0,721924 | 0,25828 | 0,018188 | 1 | |
| X4 | 0,81128 | 0,270562 | 0,525943 | 0,107085 | 1 |

4. Перечислите известные вам показатели, характеризующие качество подбора функции при построении многофакторных корреляционно-регрессионных моделей. Охарактеризуйте их значение, преимущества и недостатки.

5. Область применения экстраполяционных моделей. Научная возможность экстраполирования.

Вариант 4

1. Приведите диапазон допустимых и удовлетворительных значений коэффициента детерминации.
2. Приведите пример линейного регрессионного уравнения. Интерпретируйте значение его коэффициентов.
3. Как можно использовать приведенную таблицу парных коэффициентов корреляции? Интерпретируйте значения коэффициентов. Сделайте выводы.

Таблица 40. Парные коэффициенты корреляции

| | Y | X1 | X2 | X3 | x4 |
|----|----------|----------|-----------|----------|----|
| Y | 1 | | | | |
| X1 | 0,774341 | 1 | | | |
| X2 | 0,434727 | 0,290633 | 1 | | |
| X3 | 0,221924 | 0,25828 | -0,718188 | 1 | |
| X4 | 0,81128 | 0,270562 | 0,525943 | 0,107085 | 1 |

4. Приведите примеры и интерпретируйте значения известных вам коэффициентов, характеризующих качество подбора функции при построении экстраполяционных моделей.
5. Область применения многофакторных корреляционно-регрессионных моделей.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

Абчук В.А., Прогнозирование в бизнесе, менеджменте и маркетинге. СПб.: - Изд-во Михайлова В.А., 2005

Антохонова, И.В., Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учеб. пособие И. В. Антохонова ; Федер. агентство по образованию, Вост.-Сиб. гос. технол. ун-т, - Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ , 2005

Бабкова, Е.В., Методы прогнозирования показателей развития сложных систем : учеб. пособие Е. В. Бабкова, А. В. Филиппов, А. С. Вишняков ; Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Уфим. гос. авиац. техн. ун-т, - Уфа : Уфим. гос. авиац. техн. ун-т , 2005

Минько А.А., Прогнозирование в бизнесе с помощью Excel. Просто как дважды-два, М.: Эксмо, 2007

Слущкин Л.Н., Курс МВА по прогнозированию в бизнесе, М.: - Альпина Бизнес Букс, 2006

Чернышев С.Л., Моделирование экономических систем и прогнозирование их развития: Учебник. Гриф МО РФ., -М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003

Дополнительная литература

Басовский, Л.Е., Прогнозирование и планирование в условиях рынка : Учеб. пособие Л. Е. Басовский, - М. : ИНФРА-М , 2002

Беляевский И.К., Маркетинговое исследование: Информация, анализ, прогноз. – М.: «Финансы и статистика», 2001

Владимирова, Л.П., Прогнозирование и планирование в условиях рынка : учеб. пособие для студентов вузов Л. П. Владимирова ; Изд.-

торговая корпорация "Дашков и К°". - Изд. 5-е, перераб. и доп. М. : Дашков и К° , 2005

Елохин, В.Р., Анализ, планирование и прогнозирование в условиях рынка : основные мат. методы и модели и ряд их содержат. прил. В. Р. Елохин; Рос. акад. наук, Кол. науч. центр, Ин-т физ.-техн. проблем энергетики Севера, Ин-т экон. проблем Апатиты : Изд-во Кол. науч. центра РАН , 2004

Карлберг К., Прогнозирование продаж в Excel для «чайников».: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006

Морозова Т.Г, Прогнозирование и планирование в условиях рынка. Учебник. Гриф МО РФ., -М: Юнити, 2003

Петров, П.В., Прогнозирование емкости рынка, Петров П. В., Соломатин А. Н.; С.-Петербур. торгово-экон. ин-т, Каф. экономики и упр. торговлей. - СПб. : СПбТЭИ , 1997

Поляков, В.В., Мировой рынок: вопросы прогнозирования : учеб. пособие для студентов вузов В. В. Поляков. - М.: КНОРУС , 2004

Поляков, В.В., Прогнозирование мирового товарного рынка : Теория и практика В.В. Поляков; Гос. акад. упр. - М. : Экзамен , 2002

Прогнозирование и планирование в условиях рынка : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям Под ред. Т.Г. Морозовой, А.В. Пикулькина. - 2. изд., перераб. и доп. М. : ЮНИТИ , 2003

Станкевич, А.В., Прогнозирование емкости и конъюнктуры рынка : (Основ. положения по прогнозированию) : Конспект лекций : Учеб.-метод. комплекс по специальности 060800 "Экономика и упр. на предприятии" и 060500 "Бухгалт. учет, анализ и аудит" А.В. Станкевич; М-во образования Рос. Федерации. Моск. гос. текстил. ун-т им. А.Н. Косыгина. - М. : Моск. гос. текстил. ун-т им. А.Н. Косыгина , 2000