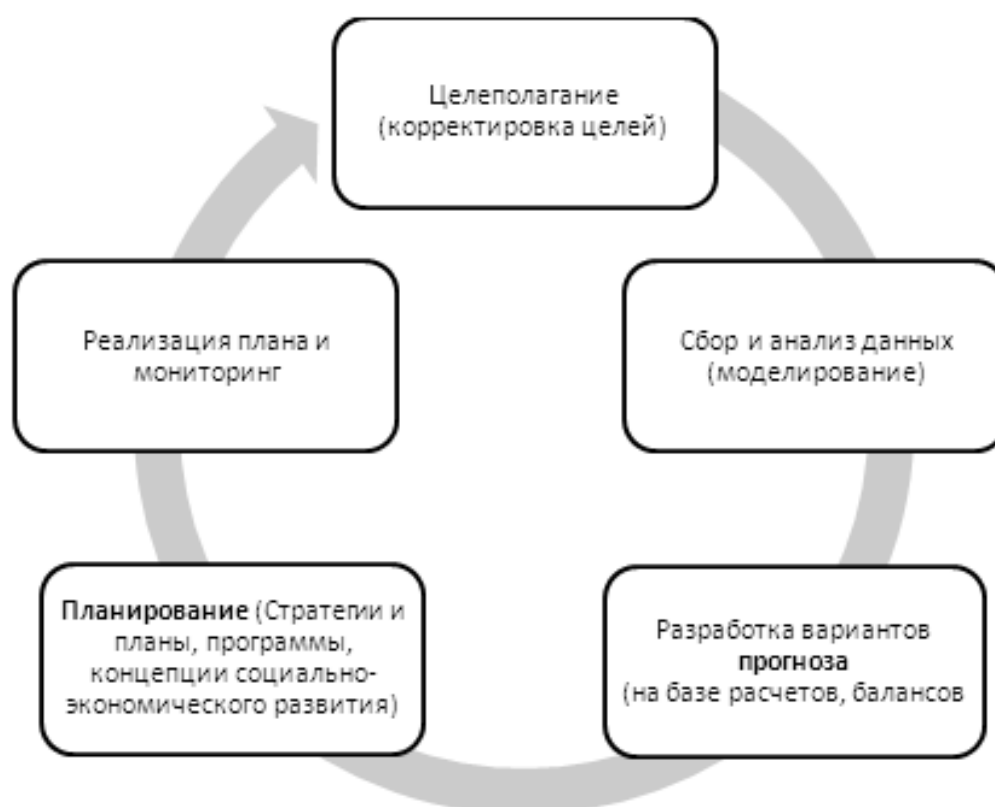


И.М. Лебедева, А.Ю. Федорова

МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ



Санкт-Петербург
2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

И.М. Лебедева, А.Ю. Федорова

**МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ**
Учебное пособие



Санкт-Петербург

2016

Лебедева И.М., Федорова А.Ю., Макроэкономическое планирование и прогнозирование / И.М. Лебедева, А.Ю. Федорова; под ред. А.Ю. Федоровой. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 54 с.

Пособие разработано в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению «Экономика» с учетом практического опыта подготовки квалифицированных кадров в области макромоделирования, планирования и прогнозирования, действующим учебным планом и программой дисциплины. В учебном пособии последовательно изложены теоретические положения теории предвидения, методологии прогнозирования, приведены результаты современных исследований в данной области, показаны возможности применения математических методов и других инструментов экономического анализа.

Пособие адресовано студентам, обучающимся по направлению подготовки бакалавров 38.03.01 «Экономика» по профилю «Макроэкономическое планирование и прогнозирование».

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета технологического менеджмента и инноваций, 20 декабря 2016 г., протокол № 5.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2016

© Лебедева И.М., 2016

© Федорова А.Ю., 2016

Введение

Очевидно, что роль планирования и прогнозирования в современных экономических условиях велика как на микроуровне, так и на уровне государств, регионов. При рассмотрении вопросов, связанных с процессами планирования, прогнозирования и регулирования социально-экономических процессов ученые-исследователи и практики опираются на разветвленный категориальный аппарат. В рамках данного курса базовыми понятиями являются: план, планирование, предвидение, прогноз, предсказание, программа. Понятия тесно связаны между собой. Однако, в научном сообществе нет единства в определении терминов (категорий). Множество терминов иногда означают идентичные по сути процессы, а одни и те же понятия – применяют к различающимся ситуациям. Отчасти это связано с употреблением переводных англоязычных терминов (в основном в области прогнозирования). Отметим, что в сфере планирования Россия обладает значительным собственным опытом [4], соответственно, не зависит от особенностей перевода англоязычной учебно-методической литературы. Для теоретической части издания фундаментом являются труды таких российских авторов, как Б.Н. Кузык, В.И. Кушлин, Ю.В. Яковец, а практической – Светуньков С.Г., Елисеева И.И., опыт преподавателей-коллег петербургских вузов, а также собственный исследовательский опыт.

Данное пособие направлено на закрепление и развитие у студентов знаний, умений и навыков анализа, моделирования и прогнозирования социально-экономических процессов, полученных в ходе таких дисциплин как экономическая статистика, эконометрика, а также освоение ряда специальных инструментов и методов (включая экспертные), применяемые для прогнозирования на макроуровне. Пособие охватывает все группы методов – фактографические (формализованные), эвристические (экспертные), а также комплексные – последовательно от простых к сложным.

Теоретический материал подкреплен практическими примерами, представляющими собой результат авторских эмпирических исследований российской экономики в современных условиях. Каждый раздел завершается заданиями для самостоятельной работы студента, позволяющий успешно применить на практике знания, необходимые для формирования квалифицированного специалиста в области макро моделирования и прогнозирования.

Тема 1. Теоретические и методологические основы планирования и прогнозирования

Теоретическую основу дисциплины составляет разветвленный категориальный аппарат. Базовыми понятиями являются, соответственно, план и планирование, прогноз и прогнозирование. Под **прогнозом**

понимают систему научно обоснованных представлений о возможных состояниях и траекториях (альтернативах) динамики некоторого объекта в будущем. **Прогнозирование** представляет собой процесс разработки прогноза (прогнозов). **План** – это система целевых показателей функционирования конкретного объекта, системы (напр., экономической) с указанием этапов и способов их достижения, распределения ресурсов, ожидаемых результатов и способов их использования. Процесс разработки плана (включая разработку системы показателей и комплекса мероприятий по достижению целевых их значений, а также других целей планирования) называют **планированием**. Понятия план и прогноз тесно связаны и вместе с «**гипотезой**» (предположением) образуют **научное предвидение**. На рис. 1 представлена последовательность этапов научного предвидения и его практической реализации.



Рис. 1. Взаимосвязи и этапы макроэкономического планирования и прогнозирования

Первым этапом, или фазой, научного предвидения является *целеполагание*. На данном этапе происходит формулирование целей национального развития и обоснование приоритетов с учетом внутренних и внешних условий, научно-технического прогресса (и циклов конъюнктуры) и мировых тенденций, происходит отбор экспертов и специалистов для разработки соответствующих прогнозов и (стратегических) планов. В зависимости от поставленной цели и задач, характера объекта и уровня прогнозирования, специалисты определяют методы. Затем осуществляется *сбор информации и анализ данных* (моделирование). Предваряет моделирование – выдвижение **гипотез**, то есть предположений о развитии исследуемого процесса/объекта, состоянии «прогнозного фона», с опорой на интуицию и теоретические конструкции. Следующий этап –

прогнозирование. В ходе него описывают те возможные состояния объекта/системы, которые определены потребностями планирования. В свою очередь, *планирование* как процесс разработки плана (Стратегий, Программ, Концепций развития регионов, страны в целом) опирается на результаты прогнозирования. Затем следует фаза *реализации плана и мониторинг* (отслеживание), на основе которого цели и механизм их достижения могут быть скорректированы. При необходимости, процесс повторяется – происходит сбор дополнительной информации, корректировка моделей и прогнозов и так далее.

Отметим, в научном сообществе нет единства в определении терминов (категорий). Множество терминов иногда означают идентичные по сути процессы, а одни и те же понятия – применяют к различающимся ситуациям. Нет единой точки зрения и на то, что является первичным – прогноз по отношению к плану, или наоборот. С одной стороны, планирование определяет содержание первых двух этапов прогнозирования – предпрогнозной ориентации и разработки задания на прогноз (включая целеполагание и обоснование методов, регламентацию порядка разработки прогноза). С другой стороны, система ключевых (целевых) показателей развития экономической системы (процесса, объекта) является результатом моделирования и прогнозирования. И оба этих процесса являются этапами научного предвидения.

Таким образом, в ходе процесса **научного предвидения** (формирования суждений о состоянии некоторого объекта (экономической системы) в будущем, основанного на познании закономерностей развития объекта) прогнозирование предваряет планирование, представляет собой исходный пункт и его базу.

Следующие разделы (темы) последовательно демонстрируют, какие методы и каким именно образом применяются в макро моделировании и прогнозировании в Российской Федерации. Рассмотрены все группы методов – фактографические (формализованные), эвристические (экспертные, интуитивные), а также комплексные – последовательно от простых к сложным.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. На основе изложенного в п.2.1 [4] сформулируйте перечень и дайте характеристику основным функциям прогнозирования.
2. Подготовьте доклад-презентацию, опираясь на гл.3-5[4], на одну из следующих тем:
 - Система планирования в СССР
 - Опыт и этапы развития стратегического планирования в России
 - Принципы и формы стратегического планирования
 - Научные основы национального программирования

- Формирование системы индикативного планирования в России

Тема 2. Методы прогнозирования макроэкономических процессов

Метод прогнозирования представляет собой способ исследования объекта прогнозирования, направленный на разработку прогнозов. Это совокупность приемов и способов мышления, позволяющих на основе анализа ретроспективных данных, экзогенных (внешних) и эндогенных (внутренних) связей объекта прогнозирования, а также их измерения в рамках рассматриваемого явления или процесса вывести суждения определенной достоверности относительно будущего развития объекта (процесса, системы).



Рис.2.Классификация методов прогнозирования

На сегодняшний день известно более сотни методов прогнозирования социально-экономических процессов, однако наиболее часто применяют на практике 15-20 из них. Выбор метода прогнозирования должен при решении определенной (исследовательской) задачи обеспечить функциональную полноту, достоверность и точность прогноза (то есть удовлетворять критериям истинности и верифицируемости) и уменьшить затраты времени

и средств на прогнозирование (обеспечивать необходимый уровень эффективности). Кроме того, необходимо учитывать:

- *характер объекта прогнозирования*, или проблемы (задачи), решаемой в процессе прогнозирования (стандартная, структурированная, слабо структурированная, неструктурированная – по степени тесноты связи между факторами и результатом);
- *уровень прогнозирования*, или уровень управления (федеральный, отраслевой, региональный, муниципальный), для которого разрабатываются прогнозы;
- *интервал упреждения* (дальнесрочный, долгосрочный, среднесрочный, краткосрочный);
- *цели прогноза* (поисковый или нормативный).

В зависимости от метода разработки прогноза выделяют **количественные** и **качественные** методы. Первые (*формализованные*) опираются на данные и аналитические техники. Вторые (*субъективные*) основаны на суждениях (оценках) экспертов (рис 2).

Стандартные и структурированные задачи решают с помощью экономико-математических, эконометрических методов; слабо структурированные и неструктурированные – чаще экспертными методами. При прогнозировании сложных систем – на макроуровне – часто применяются комбинированные (комплексные) методы, напр. *сценарный* метод.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. На основе изложенного в п.1.2.[4] сформулируйте, в чем заключается объективная необходимость прогнозирования социально-экономических процессов в экономике?

2. Подготовьте доклад-презентацию, опираясь, напр., на гл.2. [4] на одну из следующих тем:

- Метод Дельфи и его роль в прогнозировании
- Методология Форсайта как система методов экспертных оценок
- Методология интегрального макропрогнозирования
- Прогнозные показатели, балансы и сценарии
- Сущность, сфера применения, достоинства и недостатки методов морфологического анализа и группы методов «Мозгового штурма»
- Применение кластерного анализа в прогнозировании социально-экономических процессов

Тема 3. Упрощенные методы прогнозирования

Иногда, исходя из целей прогнозирования, исследователю не имеет смысла строить сложные математические модели, например, для получения простого и быстрого прогноза на несколько наблюдений вперед (экспресс прогнозирование) или при прогнозировании факторов в регрессионном анализе. В этом случае целесообразно обратиться к так называемым «упрощенным» методам. Эти методы просты и требуют минимум априорных предположений о процессах, протекающих в объектах. Кроме того, более сложные математико-статистические модели не всегда дают более точные прогнозы. Знание простейших методов прогнозирования значительно облегчает работу прогнозиста [10].

3.1. Метод прогнозирования на основе среднего абсолютного прироста

Прогнозирование методом среднего абсолютного прироста предполагает, что уровни ряда динамики изменяются равномерно (линейно). Применение данного метода прогнозирования возможно при предварительной проверке следующих предпосылок:

1) Абсолютные цепные приросты должны быть приблизительно одинаковыми;

2) Должно выполняться неравенство вида:

$$\sigma_{ост}^2 \leq \rho^2 \quad (1)$$

где $\sigma_{ост}^2$ - остаточная дисперсия:

$$\sigma_{ост}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}{n} \quad (2)$$

$$\rho^2 = \frac{1}{2} = \frac{\sum_{t=1}^n \Delta_t^2}{n} \quad (3)$$

Δ_t - цепные абсолютные приросты исходного ряда динамики.

$\bar{y}$ - теоретические значения уровней ряда, выровненные методом среднего абсолютного прироста.

После проверки и подтверждения выполнения данных предпосылок можно приступить к прогнозированию. Общая модель прогноза имеет вид:

$$y_{t+L} = y_t + L \quad (4)$$

y_t - последний уровень исходного ряда динамики (для перспективного прогноза) или уровень, принятый за базу экстраполяции (во всех остальных случаях)

$\bar{\Delta}$ - средний абсолютный прирост:

$$\bar{\Delta} = \frac{y_t - y_1}{n - 1} \quad (5)$$

L - период упреждения (горизонт прогнозирования)

y_t - последний уровень исходного ряда динамики

y_1 - первый уровень исходного ряда динамики

n - число уровней ряда

Нужно отметить, что упрощенные методы прогнозирования дают неплохие результаты только в краткосрочной перспективе, в связи с этим, период упреждения больше 3 брать не рекомендуется.

Рассмотрим пример с использованием прогнозирования методом среднего абсолютного прироста.

Построим прогноз численности населения Астраханской области с периодом упреждения равным 1 году.

Исходные данные о численности населения Астраханской области представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчетная таблица для определения прогнозных значений методом среднего абсолютного прироста

Год	Численность населения, тыс. чел. (y_t)	Δ_t	$y_{\bar{\Delta}}$	$(y_t - y_{\bar{\Delta}})^2$	Δ_t^2
2007	994,1	-	994,1	0	-
2008	1000,8	6,7	997,5	10,89	44,9
2009	1005,2	4,4	1000,9	18,49	19,4
2010	1007,1	1,9	1004,3	7,84	3,6
2011	1009,8	2,7	1007,7	4,41	7,3
2012	1015,0	5,2	1011,1	15,21	27,0
2013	1013,8	-1,2	1014,5	0,49	1,4
2014	1016,5	2,7	1017,9	1,96	7,3
2015	1021,3	4,8	1021,3	0	23,0
Σ	9083,6	27,2	-	59,29	134,0

Используя данные таблицы №1, рассчитаем средний абсолютный прирост по формуле (5) где $\bar{\Delta} = \frac{1021,3 - 994,1}{9 - 1} = 3,4$ и проверим неравенство

(1) $\sigma_{ост}^2 = \frac{59,29}{9} = 6,59$, $\rho^2 = \frac{1}{2} * \frac{134}{9} = 14,88$. Неравенство выполняется, так как остаточная дисперсия меньше ρ^2 следовательно, с точки зрения предпосылок, данный метод применим в прогнозировании численности населения Астраханской области. Спрогнозируем численность населения на 2016 год, используя модель (4).

$Y_{2016} = 1021,3 + 3,4 * 1 = 1024,7$ тыс. человек, анализируя полученный результат, можно сказать, что численность населения Астраханской области в 2016 году увеличиться на 3,4 тыс. человек.

Здесь стоит отметить, что при прогнозировании демографических процессов используются специальные, специфические методы прогнозирования как, например когортно-компонентный метод прогнозирования численности населения. Эти методы учитывают сложные процессы, которые протекают в объекте исследования и как следствие, дают более точные результаты прогноза.

3.2. Метод прогнозирования на основе среднего темпа роста

Данный метод применяется, если развитие ряда динамики подчиняется геометрической прогрессии и может быть описан экспоненциальной (показательной) кривой.

Общая модель прогноза имеет вид:

$$\hat{y}_{t+L} = y_t * \overline{T}^{\overline{\delta}} L \quad (6)$$

y_t - последний уровень исходного ряда динамики (для перспективного прогноза) или уровень, принятый за базу экстраполяции (во всех остальных случаях)

$\overline{\delta}$ - средний темп роста, который определяется как:

$$\overline{\delta} = n - 1 \sqrt[n]{\frac{y_t}{y_1}} \quad \text{или} \quad \overline{\delta} = \sqrt[n]{K_1 * K_2 * \dots * K_p} = \sqrt[n]{\prod K_p} \quad (7)$$

y_t - последний уровень исходного ряда динамики

y_1 - первый уровень исходного ряда динамики

K_1 - коэффициент роста

n - число уровней ряда

$\prod K_p$ - геометрическое произведение коэффициентов роста

В качестве базового уровня экстраполяции берется последний уровень ряда динамики, так как будущее развитие начинается именно с этого уровня.

Если за последние периоды наблюдается замедление или ускорение темпов роста показателя, то в качестве базового значения можно использовать среднеарифметическое значение последних периодов.

Рассмотрим пример прогнозирования ВРП Новосибирской области на 2016 год с использованием метода среднего абсолютного прироста. Исходные данные к прогнозированию представлены в таблице 2.

Рассчитаем средний темп роста за период с 2000 года до 2015, используя, данные таблицы 2.

Средний темп составил: $\bar{O}_{\delta} = \sqrt[15]{13,3} = 1,2$. Спрогнозируем объем ВРП области на 2016 год, где в качестве базового уровня возьмем среднеарифметическое значение последних трех лет $Y_{2016} = 889,9 * 1,2^1 = 1057,4$ млрд. рублей.

Таблица 2

Исходные данные к прогнозированию

Год	ВРП Новосибирской области, млрд. руб. (y_t)	K_p
2000	72,0	-
2001	95,3	1,3
2002	123,1	1,3
2003	153,8	1,2
2004	191,8	1,2
2005	235,4	1,2
2006	296,1	1,3
2007	365,5	1,2
2008	453,6	1,2
2009	425,4	0,9
2010	484,1	1,1
2011	598,6	1,2
2012	728,2	1,2
2013	817,5	1,1
2014	895,3	1,1
2015	957,0	1,1
ПК _p		13,3

Исходя из прогноза, в 2016 году ВРП Новосибирской области составит 1057,4 млрд. рублей.

3.3. Метод Дрейфа

Если в ряде данных наблюдается тенденция к росту или к снижению, т.е. ряд является нестационарным, исследователь может прибегнуть к методу Дрейфа.[10]

Суть метода заключается в том, что через две выбранные исследователем точки проводится прямая. Для начала определяется угол наклона прямой между двумя точками по формуле:

$$b = \frac{y_t - y_{t-k}}{k-1} \quad (8)$$

t - номер второго из выбранного наблюдения

$t - k$ - номер первого из выбранного наблюдения

k - число наблюдений между выбранными точками

Зная оценку угла наклона прямой, можно построить прогноз. Оценка прогноза осуществляется по формуле:

$$\hat{y}_{t+L} = y_t + b * L \quad (9)$$

Одним из преимуществ этого метода, является отсутствие априорных предположений о протекающих процессах в исследуемом объекте, однако, субъективное мнение исследователя может привести к неточным прогнозам.

Рассмотрим пример прогнозирования с использованием дрефта, где в качестве исходных данных возьмем данные об объеме ВРП Новосибирской области таблица 2.

Проведем прямую линию через первое и последнее значение уровней ряда рисунок 3. Дрифт 1.

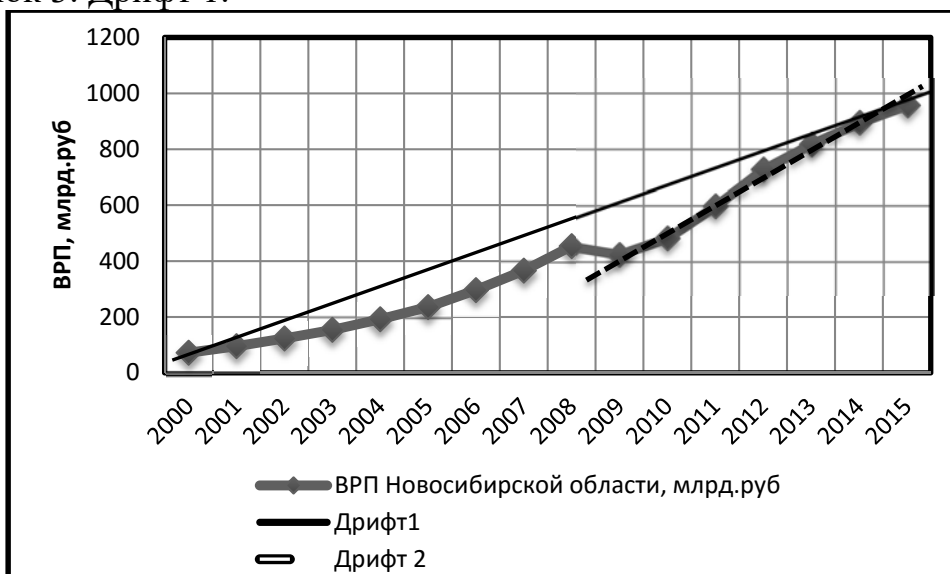


Рис. 3. Динамика ВРП Новосибирской области за 2000-2015 год, млрд. руб.

Угол наклона для Дрифта 1 будет равен $b = \frac{957,0 - 72,0}{14 - 1} = 68,1$. Теперь спрогнозируем объем ВРП на один год вперед $y_{2016} = 957,0 + 68,1 * 1 = 1025,1$ млрд. рублей.

Однако прогноз будет существенно отличаться, если за первое наблюдение принять значение ряда 2009 года, тогда $b = \frac{957,0 - 425,4}{5 - 1} = 132,9$, а прогнозное значение ВРП на 2016 год составит: 1089,9 млрд. рублей. Получается, что прогнозное значение ВРП на 2016 год будет находиться в интервале от 1025,1 до 1089,9 млрд. рублей. Для сравнения прогнозное значение ВРП по методу среднего коэффициента роста попадает в интервал образованный Дрифтом 1 и Дрифтом 2 от 1025,1 до 1089,9 млрд.руб.

Изучив упрощенные приемы прогнозирования, можно отметить, что эти методы требуют минимум затрат времени и труда и позволяют получить неплохие краткосрочные прогнозы, однако в долгосрочной перспективе, прогнозы бывают ошибочны. Кроме того, в основу этих методов положено предположение о том, что в будущем сохраниться тенденция развития

исследуемого объекта, что не всегда вероятно в условиях нестабильной экономики. Поэтому прогнозы, которые будут получены с помощью упрощенных методов, нельзя рассматривать как конечный этап прогнозирования, необходимо, чтобы полученные результаты были скорректированы экспертами или прогнозистом с учетом, если экономические, политические и другие факторы будут изменяться в будущем.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. Перечислите основные преимущества и недостатки упрощенных методов прогнозирования.
2. Можно ли использовать методы прогнозирования на основе среднего коэффициента роста и абсолютного прироста для стационарного ряда?
3. Деканату факультета Технологического менеджмента и инноваций была представлена информация о ежегодном приросте красных дипломов (в процентах к предыдущему году) с 1999 по 2014 год. Данные представлены в таблице 3

Таблица 3

Ежегодный прирост красных дипломов, в % к предыдущему году

Год	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Количество красных дипломов, шт. (Y)	5	4	6	5	7	10	8	13
Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Количество красных дипломов, шт. (Y)	15	17	20	22	26	20	25	26

- администрация предполагает, что среднегодовой абсолютный прирост количества красных дипломов составляет не менее 6 штук. Подтверждается ли это предположение результатами, которые вы получили.
- спрогнозируйте ожидаемое количество красных дипломов в 2015 году.

Тема 4. Прогнозирование на основе трендовых моделей

Трендовая модель – это простейшая регрессионная модель, описывающая изменение прогнозируемого или анализируемого показателя в зависимости от времени.

Данный метод прогнозирования предполагает, что 1) тенденция развития исследуемого объекта сохраниться в будущем, 2) исследуемое

явление развивается по плавной траектории, которую можно выразить математически.

Суть прогнозирования с использованием трендов сводиться к тому, чтобы вместо значения номера наблюдения (либо времени) подставить требуемые номера в будущем:

$$\hat{y}_{t+L} = f(t+L) \quad (10)$$

f - функция тренда,

L - период упреждения (горизонт прогнозирования)

t - номер последнего наблюдения в ряде данных

Так как социально-экономические процессы по своей природе разнообразны, то и тренды могут принимать различные формы. Чаще всего на практике используют следующие функции:

$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$ - линейный тренд

$\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2$ - параболический тренд

$\hat{y}_t = a_0 t^{a_1}$ - степенной тренд

$\hat{y}_t = a_0 a_1^t$ - показательный тренд

$\hat{y}_t = a_0 e^{a_1 t}$ - экспоненциальный тренд

$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$ - гиперболический тренд

$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \ln t$ - логарифмический тренд

Коэффициенты трендов могут быть найдены с помощью метода средних либо с помощью метода наименьших квадратов (МНК). Если исследователь использует МНК для нахождения параметров нелинейной функции, то необходимо предварительно эти функции привести к линейному виду (линеаризовать). Процедура линеаризации функций для МНК представлена в таблице 4.

Критериями качества подгонки модели к исходному ряду будут выступать такие показатели как:

1) F -статистика Фишера. Расчетное значение критерия Фишера должно быть больше табличного: $F_{\text{расч}} > F_{\alpha, n-1}$

2) Коэффициент детерминации $R^2 \geq 0,7$

Еще одним немало важным требованием, предъявляемым к модели, является отсутствие автокорреляции в остатках.

Рассмотрим пример прогнозирования с использованием моделей тренда.

В качестве исходных данных возьмем данные об объеме ВРП Новосибирской области таблица 2.

Прежде чем преступить к прогнозированию, необходимо выяснить содержит ли динамический ряд трендовую составляющую. Это делается с помощью формальных методов, таких как:

- критерий «восходящих и нисходящих серий»;

- метод разности средних уровней;
- метод Фостера-Стьюрта.

Проверим наличие трендовой составляющей с помощью метода разности средних уровней.

Таблица 4

Линеаризация нелинейных функций

Вид функции	Линеаризация	Параметры уравнения регрессии	Искомое уравнение
$\hat{y}_t = a_0 t^{a_1}$	$T = \ln t$ $Y = \ln y$ $A_0 = \ln a_0$ $A_1 = a_1$	$a_1 = \frac{\overline{YT} - \overline{Y} * \overline{T}}{\overline{T^2} - \left(\overline{T}\right)^2}$ $a_0 = \overline{Y} - a_1 * \overline{T}$	$\hat{y}_t = e^{A_0 + T a_1}$
$\hat{y}_t = a_0 a_1^t$	$T = t$ $Y = \ln y$ $A_0 = \ln a_0$ $A_1 = \ln a_1$	$A_1 = \frac{\overline{Yt} - \overline{Y} * \overline{t}}{\overline{t^2} - \left(\overline{t}\right)^2}$ $A_0 = \overline{Y} - A_1 * \overline{t}$	$\hat{y}_t = e^{A_0 * (e^{A_1})^t}$
$\hat{y}_t = a_0 e^{a_1 t}$	$T = t$ $Y = \ln y$ $A_0 = \ln a_0$ $A_1 = a_1$	$a_1 = \frac{\overline{Yt} - \overline{Y} * \overline{t}}{\overline{t^2} - \left(\overline{t}\right)^2}$ $A_0 = \overline{Y} - a_1 * \overline{t}$	$\hat{y}_t = e^{A_0 + e^{a_1 t}}$
$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$	$T = \frac{1}{t}$ $Y = y$ $A_0 = a_0$ $A_1 = a_1$	$a_1 = \frac{\overline{yT} - \overline{y} * \overline{T}}{\overline{T^2} - \left(\overline{T}\right)^2}$ $a_0 = \overline{y} - a_1 * \overline{T}$	$\hat{y}_t = a_0 + \frac{a_1}{t}$
$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \ln t$	$T = \ln t$ $Y = y$ $A_0 = a_0$ $A_1 = a_1$	$a_1 = \frac{\overline{yT} - \overline{y} * \overline{T}}{\overline{T^2} - \left(\overline{T}\right)^2}$ $a_0 = \overline{y} - a_1 * \overline{T}$	$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \ln t$

Для начала разобьем исходный ряд на две частные выборки $n_1 = n_2 = 8$. Далее можно воспользоваться процедурой MS Excel «Двухвыборочный F-тест для дисперсий» для того, чтобы отклонить или принять гипотезу о

несущественности различий дисперсий в частных выборках. Применительно к нашему примеру, при уровне значимости $\alpha = 0,05$; $F_{\text{факт}} < F_{\text{крит}} \cdot \frac{n-1}{n}$. Следовательно, гипотеза о несущественности различий дисперсий уровней ряда в частных выборках принимается, а значит, может быть применен метод разности средних уровней.

Таблица 5

Вывод итогов процедуры «Двухвыборочный F-тест для дисперсий»

	Выборка 1	Выборка 2
Среднее	191,62	669,96
Дисперсия	10397,16	43511,88
Наблюдения	8	8
df	7	7
F	0,24	
P(F<=f) одностороннее	0,04	
F критическое одностороннее	0,26	

Для метода разности средних уровней вызовем в MS Excel процедуру «Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями». Результаты процедуры представлены в таблице 6.

Расчетное значение по критерию Стьюдента равно – 5.83, а критическое значение равно 2.14. Поскольку $|t_{\text{факт}}| > t_{\text{крит}} \cdot \frac{n-1}{n}$, то во временном ряду присутствует трендовая составляющая.

Таблица 6

Вывод итогов процедуры «Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями»

	Выборка 1	Выборка 2
Среднее	191,62	669,96
Дисперсия	10397,16	43511,88
Наблюдения	8	8
Объединенная дисперсия	26954,52	
Гипотетическая разность средних	0	
df	14	
t-статистика	-5,83	
P(T<=t) одностороннее	0	
t критическое одностороннее	1,76	
P(T<=t) двухстороннее	0	
t критическое двухстороннее	2,14	

Теперь необходимо выбрать функцию, на основе которой будет выполняться прогнозирование. Выбирается та функция, у которой $R^2 \geq 0,7$, $F_{\text{факт}} > F_{\alpha, n-1}$, а в остатках отсутствует автокорреляция.

Стандартная методика построения трендов подразумевает сглаживание динамического ряда, для того чтобы «проявить» тенденцию на фоне сезонных и случайных колебаний.

В нашем примере мы не будем сглаживать ряд, поскольку у нас небольшой динамический ряд и сглаживание приведет к потере данных, кроме того тенденция во временном ряде отчетливо прослеживается из графического анализа.

В качестве модели для прогнозирования выберем экспоненциальную кривую $\hat{y}_t = a_0 e^{a_1 t}$, так как у этой кривой наибольший коэффициент детерминации $R^2 = 0,97$.

Чем ближе коэффициент детерминации к 1, тем выше качество построенного уравнения. Однако не рекомендуется слишком увлекаться подгонкой коэффициента к «идеальному» состоянию. Решение необходимо принимать на основе комплекса показателей качества (адекватности) модели, включая значение стандартной ошибки регрессии и относительной ошибки аппроксимации. А также соотносить его с положениями экономической теории, специфики имеющихся данных (и источника их представления).

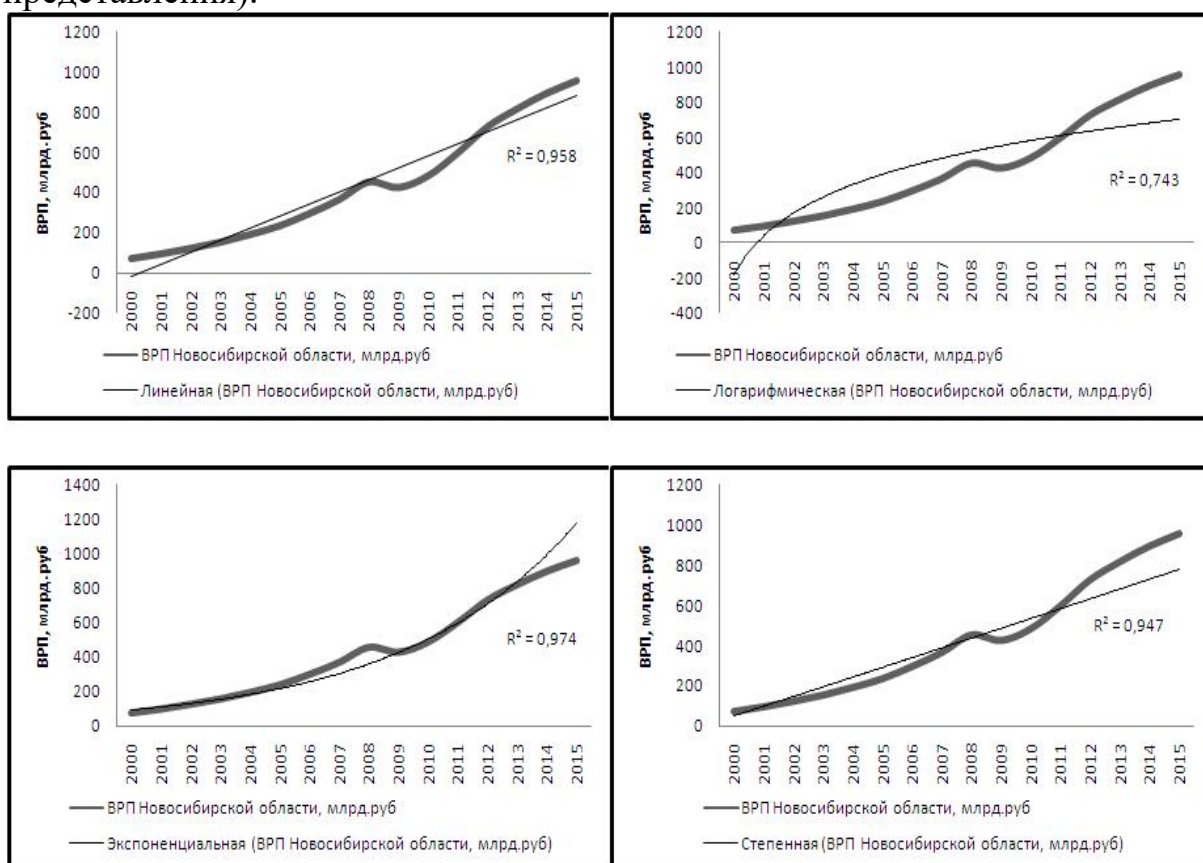


Рис.4. Подбор трендовой составляющей

Сам коэффициент детерминации рассчитывается по формуле:

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - y_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (11)$$

$\hat{y}_t$ - теоретические значения уровня ряда

$\bar{y}_t$ - среднее значение ряда

Статистическую значимость уравнения проверим с помощью F-критерия Фишера:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} * (n - m - 1) \quad (12)$$

n - длина динамического ряда

m - количество коэффициентов при параметре уравнения регрессии

Если $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$, то уравнение признается статистически значимым.

$$F_{\text{расч}} = \frac{0,97}{1 - 0,97} * (16 - 2) = 525$$

По таблице Фишера найдем критическое значение, оно равно 4,49. Поскольку расчетное значение больше табличного, то нет основания для опровержения гипотезы о том, что коэффициенты уравнения регрессии равны 0.

Найдем коэффициенты уравнения регрессии с помощью метода наименьших квадратов. Воспользуемся процедурой MS Excel *Анализ данных – регрессия*, где в качестве зависимой переменной введем прологарифмированные значения Y , а в качестве независимой переменной порядковые значения лет (1,2,3...n).

После вывода результатов расчета процедуры необходимо экспоненту возвести в степень коэффициента при свободном члене, таким образом, будет найден истинный коэффициент при свободном члене для экспоненциальной функции.

Модель экспоненциальной кривой имеет следующий вид:

$$\hat{y}_t = 77,35 e^{0,17 * t}$$

Прежде чем мы приступим к прогнозированию, необходимо проверить остаточные величины на автокорреляцию. Автокорреляция бывает различных порядков. С помощью критерия Дарбина-Уотсона проверим отсутствие автокорреляции первого порядка $\varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t$

Критерий Дарбина-Уотсона сводиться к проверке гипотезы H_0 – об отсутствии автокорреляции (основная гипотеза) и H_1 – о наличии автокорреляции (альтернативная гипотеза).

Статистику Дарбина-Уотсона рассчитаем по формуле:

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (13)$$

Для расчета статистики выделим остаточные величины в таблицу 7.

Значение статистики составит $DW = \frac{34989,53}{74054,17} = 2,11$. По таблице

критических значений статистики, при уровне значимости $\alpha = 0,05$, найдем теоретические значения $d_l = 1,10$ и $d_u = 1,37$.

Так как расчетное значение статистики попадает в область между значениями d_u и $4 - d_u$, то гипотеза об отсутствии автокорреляции не отклоняется, в остатках нет автокорреляции первого порядка.

Таблица 7

Расчет автокорреляции в остаточных величинах

Год	Y_t	$(\hat{y}_t - y_t)^2$	ε_t	ε_t^2	$(\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2$
2000	72,01	91,68	-19,67	386,85	-
2001	95,30	108,67	-13,37	178,88	39,61
2002	123,08	128,82	-5,73	32,85	58,43
2003	153,80	152,69	1,11	1,23	46,78
2004	191,83	180,99	10,84	117,42	94,63
2005	235,38	214,54	20,85	434,54	100,19
2006	296,06	254,30	41,77	1744,36	437,64
2007	365,53	301,43	64,10	4108,77	498,81
2008	453,57	357,30	96,27	9268,85	1035,24
2009	425,40	423,52	1,88	3,52	8910,87
2010	484,14	502,02	-17,88	319,64	390,29
2011	598,56	595,07	3,50	12,24	456,95
2012	728,15	705,36	22,80	519,71	372,46
2013	817,52	836,09	-18,57	344,96	1711,50
2014	895,29	991,05	-95,76	9170,60	5958,34
2015	957,00	1174,74	-217,74	47409,75	14877,79
Σ	6892,64	7018,26	-125,62	74054,17	34989,53

Отметим, что критерий Дарбина-Уотсона не позволяет выполнить проверку автокорреляции более высоких порядков, для этого существуют другие методы, например, тест Бройша-Годфри.

Как и критерий Дарбина-Уотсона, тест Бройша-Годфри сводится к проверке гипотезы H_0 об отсутствии автокорреляции (основная гипотеза) и H_1 – о наличии автокорреляции (альтернативная гипотеза).

Для проведения теста строится вспомогательная регрессия (зависимость ε_t на исходные регрессоры и $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-p}$). Затем находят коэффициент детерминации для вспомогательной регрессии R_{aux}^2 и рассчитывают статистику BG :

$$BG = (n - \rho) * R_{aux}^2 \quad (14)$$

где ρ - порядок автокорреляции

Если $BG < \chi_{\epsilon\delta\epsilon\delta}^2$, то гипотеза H_0 не отвергается.

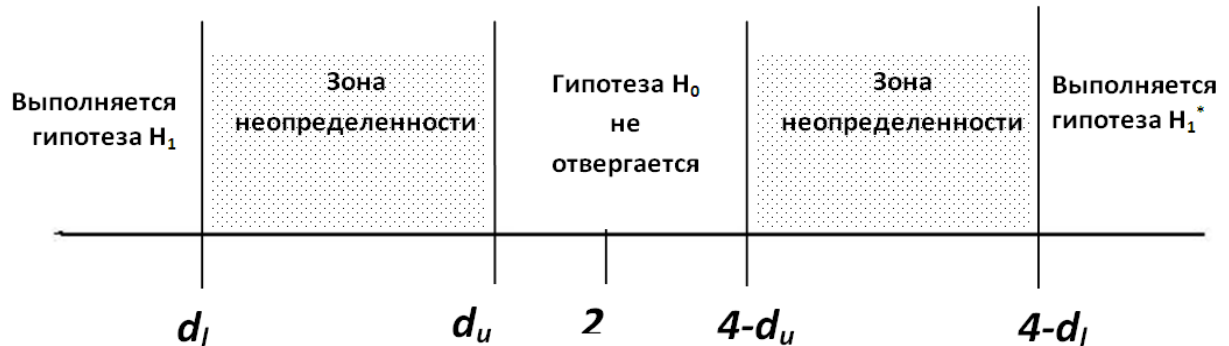


Рис.5. Проверка гипотезы об отсутствии автокорреляции по критерию Дарбина-Уотсона

Помимо автокорреляции первого порядка в остатках может наблюдаться автокорреляция более высоких порядков. Максимальный порядок автокорреляции, который может быть зафиксирован в ряде, определяется соотношением $n/4$, где n - длина ряда.

Проверим остатки на наличие автокорреляции второго порядка. Построим регрессионную зависимость $\varepsilon_t = \rho_1 \varepsilon_{t-1} + \rho_2 \varepsilon_{t-2} + \rho_3 t + u_t$. Найдем коэффициенты уравнения регрессии с помощью процедуры MS Excel *Анализ данных – регрессия*, и рассчитаем R_{aux}^2 .

$$R_{aux}^2 = 0,41$$

$$BG = (14 - 2) * 0,41 = 4,86$$

Критическое значение χ^2 можно рассчитать в MS Excel с помощью функции ХИ2ОБР (вероятность; число степеней свободы)

В нашем случае $\chi^2 = 6,5$ $BG < \chi_{\epsilon\delta\epsilon\delta}^2$, следовательно, гипотеза H_0 не отвергается, в остатках отсутствует автокорреляция второго порядка.

Аналогичным образом рассчитаем автокорреляцию третьего и четвертого порядка. Результаты расчета представлены в таблице 8.

Таблица 8

Результаты расчета

Порядок автокорреляции	Статистика Бройша-Годфри (BG)	$\chi_{\epsilon\delta\epsilon\delta}^2$	Гипотеза H_0
3	4,42	6,57	не отвергается
4	4,97	5,89	не отвергается

Так как в остатках отсутствует автокорреляция, то можно приступить к прогнозированию, используя экспоненциальную функцию.

Прогноз на 2016 составит: $y_{2016} = 77,35 * e^{0,17 * 17} = 1392,47$ млрд. рублей. Анализируя полученный прогноз, можно сказать, что прогноз переоценен. Экспоненциальная функция хоть и хорошо аппроксимировала исходный ряд до 2013 года (рисунок 6), но начиная с 2013 года, растет отклонение теоретических от фактических значений объема ВРП.



Рис.6. График фактических и теоретических значений ВРП Новосибирской области, млрд.руб.

Чтобы получить более точный прогноз, следует убрать из рассмотрения ту часть ряда, в которой наблюдалась тенденция к росту, и оставить ту, в которой произошел перелом. Если посмотреть на рисунок 6, то можно заметить, что 2008 год является «переломным» годом, начиная с этого периода рост ВРП сменяется падением (до 2009 года).

Поэтому для дальнейшего прогноза будем рассматривать динамический ряд с 2010 года, когда рост стабилизировался. К сокращенному динамическому ряду подберем уравнение тренда. В данном случае наилучшей будет степенная функция.

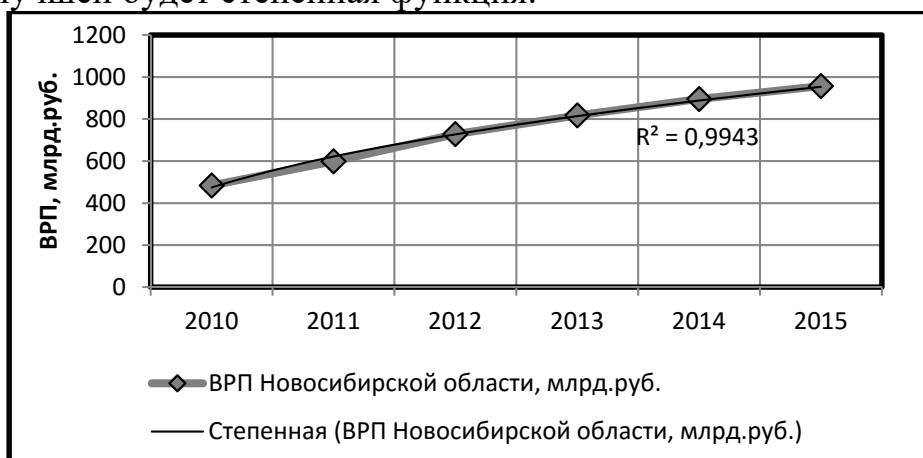


Рис.7. Подбор трендовой составляющей

Найдем параметры степенной функции с помощью МНК. Уравнение степенной функции имеет вид: $\hat{y}_t = 474,1 * t^{0,39}$.

Оценим статистическую значимость уравнения с помощью критерия Фишера: $F_{\text{дана}} = \frac{0,99}{1-0,99} * (6-2) = 396$.

По таблице Фишера найдем критическое значение, оно равно 5,99. Поскольку расчетное значение больше табличного, то нет основания для опровержения гипотезы о том, что коэффициенты уравнения регрессии равны 0.

Выделим остатки и проверим наличие автокорреляции первого порядка с помощью критерия Дарбина-Уотсона. Значение статистики составит: $DW = \frac{1636,26}{719,33} = 2,27$. По таблице критериев, при уровне значимости $\alpha = 0,05$, найдем теоретические значения $d_l = 0,61$ и $d_u = 1,40$.

Так как расчетное значение статистики попадает в область между значениями d_u и $4 - d_u$, то гипотеза об отсутствии автокорреляции не отклоняется, в остатках нет автокорреляции первого порядка.

Теперь приступим к прогнозированию с использованием степенной функции: $y_{2016} = 474,1 * 7^{0,39} = 1010,68$.

Таким образом, прогноз с использованием степенной функции дает более реалистичную цифру.

Как видим из примера, для получения высокого качества прогноза очень важно корректно определить тенденцию. Кроме того, при поступлении новой информации (новых наблюдений) придется заново строить модель тренда. Тем не менее, знание особенностей моделей трендов дает исследователю много важной информации при прогнозировании социально-экономической динамики (при наличии тренда).

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. Что такое «тренд» и «тенденция»?
2. Как определить вид тенденции?
3. Используя данные таблицы 9, проверьте ряд на наличие трендовой составляющей с помощью метода разности средних уровней.

Таблица 9

Исходные данные

№ Варианта	Год									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	25	27	30	29	30	35	33	40	40	42
2	29,4	23,5	26,2	48,5	73,4	56,6	77	78,4	81,2	82
3	105,3	94,9	92	83,9	72,7	56,9	49,1	46,5	39,7	35,5
4	18,5	15,1	30,8	34,4	25,4	35,1	36,9	44,7	57,3	64,6

4. Выровняйте ряд с помощью скользящей средней. Обоснуйте выбор коэффициента скользящего.
5. К выровненному ряду подберите уравнение тренда. Обоснуйте выбор уравнения

Тема 5. Прогнозирование с использованием сезонной компоненты

Сезонные колебания представляют собой регулярно повторяющиеся подъемы и снижения уровней динамического ряда внутри рассматриваемого периода на протяжении ряда лет (для года – в поквартальном или поквартальном разрезе).

На макроуровне сезонные колебания могут «проявляться» в численности трудовых ресурсов, в динамике доходов, уровнях цен и др.

Существует две модели сезонности: аддитивная и мультипликативная.

$Y_t = T * S * E$ - мультипликативная модель

$Y_t = T + S + E$ - аддитивная модель

T - трендовая компонента

S - сезонная компонента

E - случайная компонента

Поскольку динамический ряд складывается из трех составляющих, влияние каждой из компонент может быть различно, например, чем больше угол наклона линии тренда к среднему значению уровня ряда $\bar{y}_t$, тем больше влияние тренда. Чем больше плавная кривая y_s отклоняется от линии тренда, тем значительное влияние сезонности. Чем ближе фактические уровни временного ряда y_t подходят к плавной линии точек, y_s тем меньше влияние случайной составляющей.

При прогнозировании целесообразно выбирать аддитивную модель, если размах сезонных колебаний изменяется слабо, если же амплитуда сезонных колебаний изменяется пропорционально величине тренда, то необходимо использовать мультипликативную модель.

Для того чтобы сделать вывод о наличии или отсутствии сезонности можно прибегнуть к следующим методам:

1. *Экспертный метод.* Исследователь во время изучения объекта, заключает, что ряд содержит сезонность. Данный метод позволяет определить наличие сезонности в достаточно сложных случаях, но не всегда дает однозначные результаты.

2. *Графический метод.* Предполагает построение линейного графика зависимости исследуемого объекта от времени. На графике должны прослеживаться ежегодные повторяющиеся подъемы и спады уровней динамического ряда. Иногда для более точного выявления сезонности необходимо сгладить временной ряд простыми скользящими средними невысокого порядка.

3. Аналитические методы. Сезонность можно проследить по следующим индикаторам: АКФ (автокорреляционная функция) затухает по синусоиде; ЧАКФ (частная автокорреляционная функция) затухает по синусоиде, подробнее [2].

Рассмотрим пример прогнозирования с использованием аддитивной и мультипликативной сезонной компоненты для численности безработных в Новосибирской области таблица 10.



Рис. 8. Динамика численности безработных в Новосибирской области за 2014-2016 год

Анализируя график, мы видим, что со второго до четвертого квартала наблюдается спад, который затем сменяется подъемом. Таким образом, в исходных данных наблюдаются колебания с периодом равным 4. Эти периодические колебания обусловлены влиянием сезонности. Выделим сезонную компоненту из динамического ряда.

Таблица 10

Расчет сезонной компоненты

Год	Квартал	Численность безработных Новосибирской области, чел. y_t	Скользящая средняя $\tilde{y}_t$	Центрированная скользящая средняя $\tilde{y}_{\text{сезон}}$	S	K
2014	I	15923	-	-	-	-
	II	15325	14501	-	-	-
	III	13401	14663	14582,1	-1181	0,92
	IV	13355	15272	14967,7	-1612	0,89
2015	I	16570	16055	15663,9	906	1,06
	II	17763	16965	16510,4	1252	1,08
	III	16533	17734	17349,5	-817	0,95
	IV	16996	17873	17803,3	-808	0,95
2016	I	19643	-	-	-	-
	II	18319	-	-	-	-

Для начала необходимо сгладить динамический ряд с помощью скользящей средней, коэффициент скольжения выбираем равным величине периода колебания, в нашем случае он равен 4.

Поскольку период скольжения четный, то необходимо выполнить процедуру центрирования. Первая центрированная скользящая средняя составит: $\frac{14501+14663}{2}=14582,1$

Теперь можно рассчитать аддитивную (S) и мультипликативную сезонную компоненту (K).

$$S = y_t - \tilde{y}_{\text{сглажен}} \quad (15)$$

$$K = \frac{y_t}{\tilde{y}_{\text{сглажен}}} \quad (16)$$

Результаты расчета сезонной компоненты представлены в таблице 10.

Поскольку для некоторых кварталов мы нашли несколько коэффициентов сезонности, то необходимо рассчитать средние показатели.

$$\bar{S}_j = \frac{1}{n} \sum S_i \quad (17)$$

$$\bar{K}_j = \frac{1}{n} \sum K_i \quad (18)$$

Результаты расчета представлены в таблицах 11 и 12.

Сезонные колебания должны взаимопогашаться в течение года, поэтому $\sum \bar{S}_j = 0$, а для мультипликативной модели $\sum \bar{K}_j = 4$. На практике эти равенства могут незначительно нарушаться, поэтому сезонные компоненты необходимо скорректировать, используя поправочные коэффициенты.

Таблица 11

Расчет скорректированной аддитивной сезонной компоненты

Год	Номер квартала			
	I	II	III	IV
2014	-	-	-1181	-1612
2015	906	1252	-817	-808
Среднее значение	906	1252	-999	-1210
Скорректированная аддитивная сезонная компонента	919	1265	-986	-1198

Таблица 12

Расчет скорректированной мультипликативной сезонной компоненты

Год	Номер квартала			
	I	II	III	IV
2014	-	-	0,919	0,892
2015	1,058	1,076	0,953	0,955
Среднее значение	1,058	1,076	0,936	0,923
Скорректированная мультипликативная сезонная компонента	1,060	1,078	0,938	0,925

Для аддитивной модели нашего примера $\sum \bar{S}_i = -50$. Чтобы эта величина была равна нулю, из каждого значения $\bar{S}_i$ необходимо вычесть $\frac{1}{4}$ от -50, т.е. -12,47. Для мультипликативной модели $\sum \bar{K}_i = 3,99$, чтобы скорректировать значение нужно $\frac{4}{3,99} = 1,001$ и эту величину умножить на каждое значение $\bar{K}_i$.

Если исключить (десезонализировать) сезонную компоненту из ряда, то мы получим ряд содержащий тенденцию и случайную составляющую таблица 13.

Таблица 13

Десезонализация ряда аддитивной компонентой

Год	Квартал	Численность безработных, чел. y_t	S	$y_t - S$
2014	I	15923	919	15004
	II	15325	1265	14060
	III	13401	-986	14388
	IV	13355	-1198	14553
2015	I	16570	919	15651
	II	17763	1265	16498
	III	16533	-986	17519
	IV	16996	-1198	18193
2016	I	19643	919	18724
	II	18319	1265	17055

На основе данных десезонализированного ряда необходимо построить трендовую модель, обеспечивающую наибольшую точность аппроксимации. На рисунке 9, такой моделью является полином 3 степени $\hat{y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$.

Модель полинома третьей степени имеет следующий вид: $\hat{y}_t = 1712,7 - 2708,5t + 689,46t^2 - 41,66t^3$.

Найдем коэффициенты модели с помощью метода наименьших квадратов (МНК). Для этого необходимо добавить новые переменные t^2, t^3 , а затем воспользуемся процедурой MS Excel *Анализ данных – регрессия*, найдем коэффициенты функции. После нахождения коэффициентов уравнения регрессии оценим качество построенной трендовой модели.

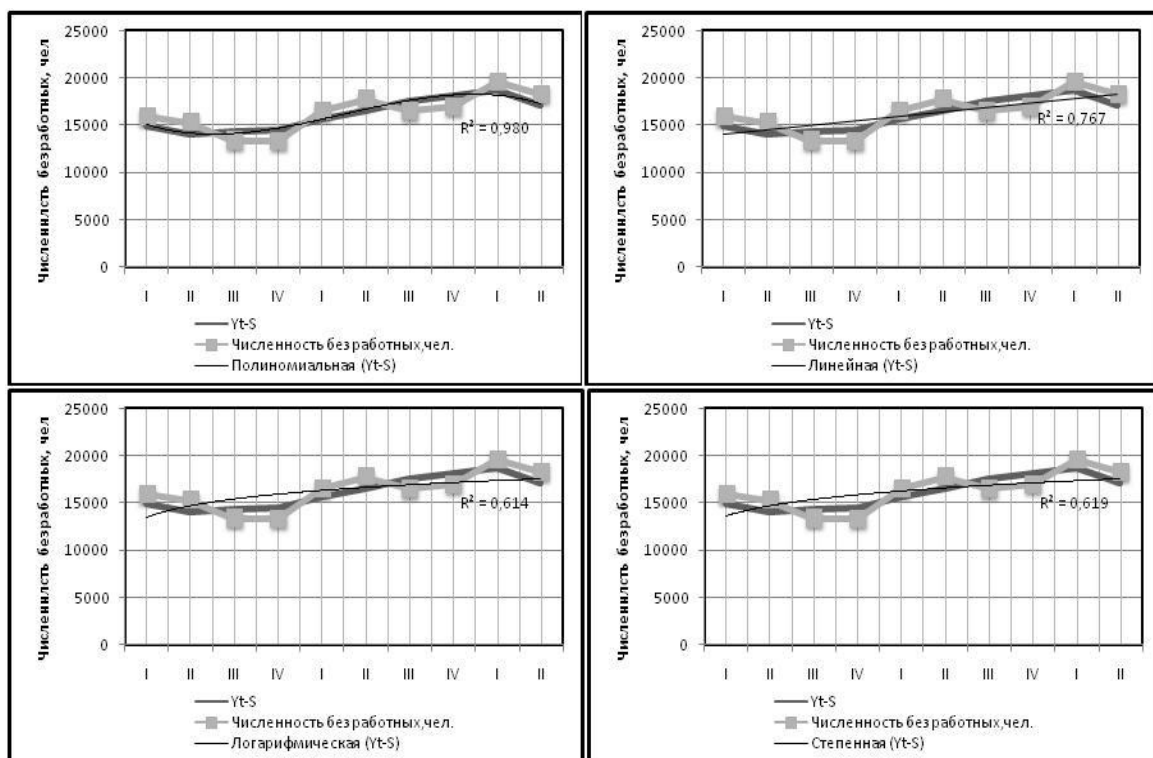


Рис 9. Подбор трендовой составляющей к десезонализированному ряду аддитивной компонентой

Найдем расчетное значение критерия Фишера для нашей модели по формуле (12).

$$F_{\text{расч}} = \frac{0,98}{1 - 0,98} * (10 - 4) = 294$$

По таблице Фишера найдем критическое значение, оно равно 4,75. Поскольку расчетное значение больше табличного, то нет основания для опровержения гипотезы о том, что коэффициенты уравнения регрессии равны 0. Следовательно, уравнение признается статистически значимым.

Проверим отсутствие автокорреляции в остаточных величинах.

Выделим остатки и проверим наличие автокорреляции первого порядка с помощью критерия Дарбина-Уотсона. Значение статистики составит:

$$DW = \frac{1307101}{501390} = 2,6.$$

По таблице критериев, при уровне значимости, $\alpha = 0,05$ найдем теоретические значения $d_l = 0,87$ и $d_u = 1,32$.

Так как расчетное значение статистики попадает в область между значениями d_u и $4 - d_u$, то гипотеза об отсутствии автокорреляции не отклоняется, в остатках нет автокорреляции первого порядка.

Поскольку у нас короткий динамический ряд, то мы не сможем проверить автокорреляцию более высоких порядков.

Значения сезонной и трендовой составляющих уже найдены и прежде чем выполним прогноз, оценим точность прогнозной модели, используя показатель средней ошибки аппроксимации (MAPE).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100\% \quad (19)$$

Значение MAPE характеризует величину, на которую теоретические уровни, рассчитанные по модели, в среднем отклоняются от фактических значений. Для получения вывода о точности прогноза может быть использована следующая шкала.

Таблица 14

Оценка точности прогноза по критерию MAPE

Значение средней ошибки в процентах (MAPE)	Точность прогнозной модели
Менее 10%	Очень высокая
10-20%	Высокая
20-50%	Удовлетворительная
Более 50%	Неудовлетворительная

Расчет показателя MAPE представлен в таблице 15.

$$MAPE = \frac{1}{10} 0,104 \cdot 100\% = 1,04$$

Полученное значение показателя средней ошибки аппроксимации свидетельствует о высокой точности прогнозной модели.

Так как мы получили модель, можно приступить к прогнозированию, прогноз на III квартал составит: прогноз по модели + сезонная компонента.

$$\hat{y}_t = 17120,7 - 2708,5 \cdot 11 + 689,46 \cdot 11^2 - 41,6611^3 = 15296$$

Таблица 15

Расчет средней ошибки аппроксимации

Год	Квартал	Численность безработных, чел. y_t	S	T	$\hat{y}_t$	$y_t - \hat{y}_t$	$\left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right $
2014	I	15923	919	15060,74	15979,67	-56,67	0,004
	II	15325	1265	14129,32	15394,08	-69,08	0,005
	III	13401	-986	14076,78	13090,60	310,73	0,023
	IV	13355	-1198	14653,16	13455,65	-100,32	0,008
2015	I	16570	919	15608,50	16527,43	42,91	0,003
	II	17763	1265	16692,84	17957,60	-194,93	0,011
	III	16533	-986	17656,22	16670,04	-137,04	0,008
	IV	16996	-1198	18248,68	17051,17	-55,50	0,003
2016	I	19643	919	18220,26	19139,19	504,15	0,026
	II	18319	1265	17321,00	18585,76	-266,43	0,015
Σ							0,104

Численность безработных на III квартал 2016 года по аддитивной модели составит: $15296 - 986 = 14310$ человек.

Десезонализируем ряд, используя мультипликативную сезонную компоненту, таблица 16.

Таблица 16

Десезонализация ряда мультипликативной компонентой

Год	Квартал	Численность безработных, чел. y_t	K	$\frac{y_t}{K}$
2014	I	15923	1,06	15052
	II	15325	1,08	14245
	III	13401	0,95	14063
	IV	13355	0,95	13990
2015	I	16570	1,06	15664
	II	17763	1,08	16510
	III	16533	0,95	17350
	IV	16996	0,95	17803
2016	I	19643	1,06	18569
	II	18319	1,08	17028

На основе данных десезонализированного ряда необходимо построить трендовую модель, обеспечивающую наибольшую точность аппроксимации. Такой моделью является так же полином 3 степени рисунок 10.

Найдем коэффициенты этой модели, аналогично, как и для аддитивной модели, используя процедуру MS Excel *Анализ данных – регрессия*.

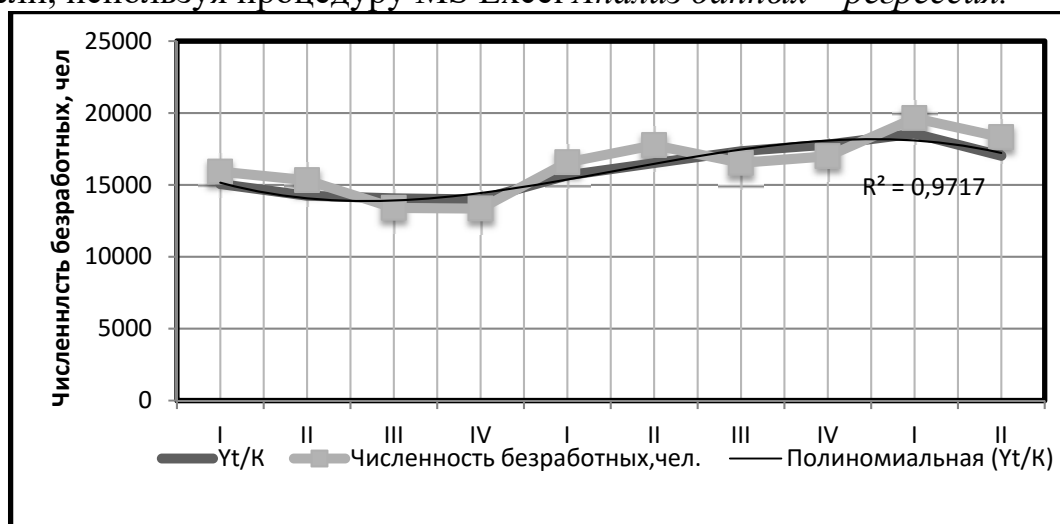


Рис. 10. Подбор трендовой составляющей к десезонализированному ряду мультипликативной компонентой

Модель полинома третьей степени имеет следующий вид:
 $\hat{y}_t = 17444 - 2969t + 727,3t^2 - 43,27t^3$.

Оценим точность прогнозной мультипликативной модели, используя показатель средней ошибки аппроксимации (MAPE). Результаты расчета представлены в таблице 17.

Расчет средней ошибки аппроксимации для мультипликативной модели

Год	Квартал	Численность безработных, чел.	K	T	$\hat{y}_t$	$y_t - \hat{y}_t$	$\left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right $
2014	I	15923	1,06	15059,13	15930,59	-7,59	0,000
	II	15325	1,08	14116,44	15187,15	137,85	0,009
	III	13401	0,95	14033,31	13372,84	28,49	0,002
	IV	13355	0,95	14550,12	13890,10	-534,77	0,040
2015	I	16570	1,06	15407,25	16298,86	271,48	0,016
	II	17763	1,08	16345,08	17584,83	177,83	0,010
	III	16533	0,95	17103,99	16299,01	233,99	0,014
	IV	16996	0,95	17424,36	16633,96	361,70	0,021
2016	I	19643	1,06	17046,57	18033,04	1610,29	0,082
	II	18319	1,08	15711,00	16902,66	1416,67	0,077
Σ							0,273

$$MAPE = \frac{1}{10} 0,273 \cdot 100\% = 2,73\%$$

У мультипликативной модели показатель средней ошибки аппроксимации выше по сравнению с аддитивной моделью, что говорит о более низком прогнозном качестве модели.

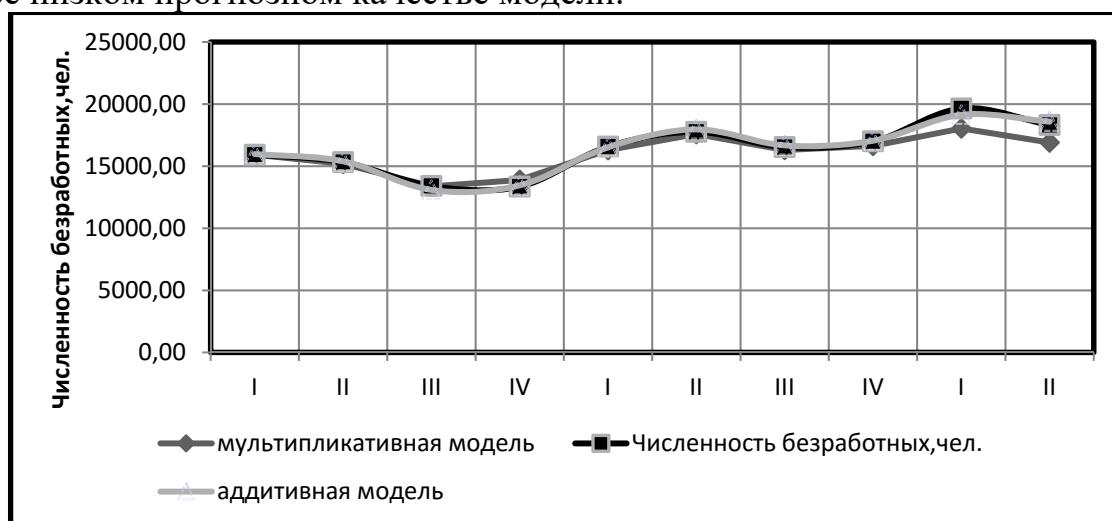


Рис.11. Аддитивная и мультипликативная модели

Поэтому в качестве прогнозной модели стоит брать аддитивную модель. Согласно аддитивной модели численность безработных на III квартал 2016 года составит 14310 человек.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. Какие методы определения сезонности вы знаете?
2. В чем отличие аддитивной модели от мультипликативной модели?

3. На основе поквартальных данных об уровне безработицы в летнем курортном городе (% от экономически активного населения) за последние 5 лет была построена аддитивная модель временного ряда. Скорректированные значения сезонной компоненты за каждый квартал составили: I=1,3; II=0,9; III=0,7. Уравнение тренда выглядит следующим образом: $T=8-0,5t$ (при расчете параметров тренда для нумерации кварталов использовались натуральные числа t от 1 до 20).

а) определите значение сезонной компоненты за IV квартал.

б) на основе построенной модели дайте точечный прогноз уровня безработицы на I квартал следующего года.

Тема 6. Регрессионный анализ в макропрогнозировании

Регрессионный анализ подразумевает построение модели зависимости уровня динамики экономического показателя от уровня динамики экономических показателей – аргументов (факторов).

Регрессионные модели могут включать различное количество переменных величин. Простейшими моделями являются однофакторные модели, в которых фактором является время (t). Многофакторные модели линейного и нелинейного типа позволяют учитывать влияние нескольких факторов на уровень и динамику прогнозируемого показателя. Такими могут быть модели, описывающие макроэкономические производственные функции, модели спроса и предложения трудовых ресурсов, модели анализа спроса на отдельные товары и услуги в зависимости от доходов населения, уровня цен, уровня насыщения и др.

Переменные регрессионной модели подразделяются на экзогенные (внешние) и эндогенные (внутренние) переменные. Например, в модели производственной функции Кобба-Дугласа, эндогенной переменной является объем производства, а эндогенными переменными являются трудовые ресурсы, капитал.

Рассмотрим пример прогнозирования реальных доходов населения Новосибирской области с использованием регрессионного анализа. Исходные данные представлены в таблице 18.

В качестве эндогенной переменной в регрессионном анализе является реальный доход на душу населения (Y), экзогенными переменными являются: временной показатель (t), реальная заработная плата населения (X).

Построение модели подразумевает, что между эндогенной переменной и экзогенными переменными существует тесная взаимосвязь. Чтобы определить наличие взаимосвязи, построим диаграмму рассеивания (точечную диаграмму) зависимости эндогенной переменной от экзогенных переменных рисунок 12.

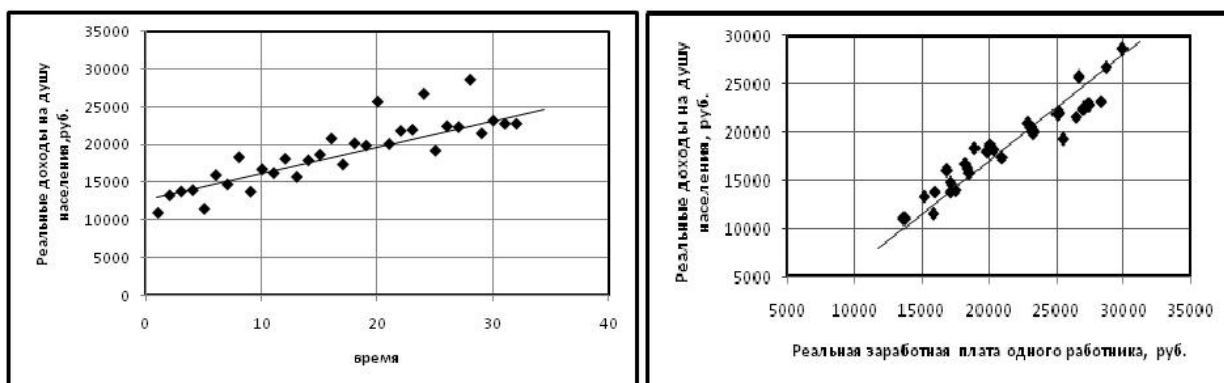


Рис. 12. Диаграммы рассеивания эндогенной переменной от экзогенных переменных

Графический анализ помогает определить не только наличие взаимосвязи, но и спецификацию будущей модели. Например, на рисунке 12 мы видим, что в двух случаях точки располагаются вдоль прямой - реальные доходы связаны линейно с заработной платой и временем.

Таблица 18

Исходные данные

Год	Квартал	t	Реальные доходы на душу населения, руб. (Y)	Реальная заработная плата одного работника, руб. (X)	Год	Квартал	t	Реальные доходы на душу населения, руб. (Y)	Реальная заработная плата одного работника, руб. (X)
2008	I	1	10983,07	13698,17	2012	I	17	17409,57	20932,40
	II	2	13313,57	15138,43		II	18	20207,63	23257,53
	III	3	13818,93	15956,77		III	19	19911,40	23302,77
	IV	4	13984,57	17489,93		IV	20	25730,97	26646,17
2009	I	5	11509,53	15844,40	2013	I	21	20117,37	23307,13
	II	6	15991,30	16887,33		II	22	21855,83	25094,13
	III	7	14755,50	17088,67		III	23	22000,47	25141,53
	IV	8	18359,13	18886,20		IV	24	26778,20	28690,33
2010	I	9	13792,33	17126,23	2014	I	25	19229,63	25420,87
	II	10	16761,80	18275,30		II	26	22471,23	27068,70
	III	11	16257,70	18390,47		III	27	22360,60	26945,53
	IV	12	18151,60	20311,20		IV	28	28644,03	29896,60
2011	I	13	15758,43	18548,57	2015	I	29	21542,70	26449,77
	II	14	17946,63	19829,50		II	30	23217,77	28318,80
	III	15	18699,37	20049,83		III	31	22803,23	27363,73
	IV	16	20850,93	22908,20		IV	32	22808,17	27416,47

Определить силу связи можно с помощью коэффициента корреляции. В MS Excel есть возможность построить корреляционную матрицу

зависимость всех переменных. Эта процедура удобна тем, что позволяет выявить зависимость между факторами - коллинеарность.

Таблица 19

Корреляционная матрица

Переменные	Время (t)	Реальные доходы на душу населения, руб. (Y)	Реальная заработная плата одного работника, руб. (X)
Время (t)	1	0,87	0,96
Реальные доходы на душу населения, руб. (Y)	0,87	1	0,95
Реальная заработная плата одного работника, руб. (X)	0,96	0,95	1

В MS Excel с помощью команды *данные - анализ данных – корреляция* введем весь массив значений исходных данных.

Результат вывода итогов процедуры представлен в таблице 19.

Коэффициент корреляции показывает направление и силу связи между переменными. Знак «-» говорит об обратной зависимости, знак «+» о прямой. Интерпретация коэффициента корреляции проводится по шкале Чеддока.

Согласно шкале Чеддока между зависимой переменной и фактором t присутствует высокая прямая связь, между фактором X и Y присутствует весьма заметная связь.

Таблица 20

Шкала Чеддока

Значение коэффициента корреляции	Теснота связи
0,1 - 0,30	слабая
0,31 - 0,50	умеренная
0,51 - 0,70	заметная
0,71 - 0,90	высокая
0,91 - 1	весьма высокая

Однако можно заметить, что между факторами тоже существует весьма высокая линейная взаимосвязь. Если мы включим в модель оба фактора, то в регрессионной модели возникнет явление мультиколлинеарности. Последствием, которой являются ложные оценки t-статистик параметров уравнения регрессии. Поэтому мы исключим из модели тот фактор, который оказывает наименьшее влияние на результативный признак, в нашем случае таким фактором является время.

С помощью процедуры MS Excel *данные - анализ данных – регрессия* найдем коэффициенты уравнения регрессии $y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_i$.

$$\beta_0 = -439,57$$

$$\beta_1 = 0,87$$

Для полученного уравнения рассчитаем коэффициент детерминации, чтобы оценить качество построенного уравнения. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,91$. Включенный в модель фактор X на 91% оценивает вариацию результативного признака. Построенное уравнение регрессии можно признать качественным, так как доля неучтенных факторов в модели составляет 9%. С помощью теста Рамсея проверим, что в модели нет пропущенных, значимых факторов.

Проверим гипотезу H_0 , что $y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_i$ является полной моделью и альтернативную гипотезу H_1 : в модели есть неизвестные, пропущенные переменные

Если $F_{\text{расч}} \geq F_{\alpha, K, N-M-1}$, то не существует оснований отвергать гипотезу H_0

$$F_{\text{расч}} = \frac{R_2^2 - R_1^2}{1 - R_2^2} * \frac{N - M - 1}{K} \quad (20)$$

R_2^2 - коэффициент детерминации расширенной модели

R_1^2 - коэффициент детерминации базовой модели

M - количество экзогенных (факторных) переменных в расширенной модели;

K - количество дополнительных переменных

$F_{\alpha, K, N-M-1}$ - табличное значение распределения Фишера, при уровне значимости α .

Расширенной моделью будем считать модель:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 * X_i + \beta_3 \hat{y}_i^2 + \beta_4 \hat{y}_i^3 + \varepsilon_i,$$

где $\hat{y}_i$ - теоретические значения Y , полученные из базовой модели

Найдем наблюдаемое значение по критерию Фишера:

$$F_{\text{расч}} = \frac{0,93 - 0,91}{1 - 0,93} * \frac{32 - 3 - 1}{2} = 4$$

$$F_{\text{табл}} = 2,93$$

Так как наблюдаемое значение Фишера больше табличного, то модель $y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_t + \varepsilon_i$ является полной, в ней нет пропущенных значимых переменных.

Оценим значимость коэффициентов уравнения регрессии и значимость уравнения в целом.

Значимость уравнения оценивается с помощью критерия Фишера. Рассчитаем расчетное значение критерия Фишера по формуле 11 и сравним табличным значением.

$$F_{\text{расч}} = \frac{0,91}{1 - 0,91} * (32 - 1 - 1) = 305,4$$

$$F_{\text{табл}} = 4,17$$

Поскольку расчетное значение больше табличного, то нет основания для опровержения гипотезы о том, что коэффициенты уравнения регрессии равны 0. Следовательно, уравнение статистически значимо.

Оценим значимость параметров уравнения с помощью t критерия Стьюдента.

$$t_{\beta} = \frac{\beta}{m} \quad (21)$$

β - параметр уравнения регрессии

m - стандартная ошибка параметра

$$m\beta_1 = \frac{S_{\varepsilon}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{O}_t - \bar{O}_t)^2}} \quad (22)$$

$$m\beta_0 = S_{\varepsilon} \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n X_t^2}{n * \sum_{i=1}^n (X_t - \bar{X}_t)^2}} \quad (23)$$

$$S_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2}{n - m - 1}} \quad (24)$$

Для оценки значимости параметров уравнения необходимо сравнить табличное значение критерия Стьюдента с расчетным значением.

Для параметра β_0 $t_{\beta_0} = -0,38$, $t_{\alpha} = 2,04$. Так как $|t_{\beta_0}| < t_{\alpha}$, то коэффициент при свободном члене β_0 признается статистически значимым.

Для параметра β_1 $t_{\beta_1} = 17,47$. Так как $|t_{\beta_1}| > t_{\alpha}$, то параметр β_1 признается статистически значимым.

Поскольку коэффициент при свободном члене получился незначимым, построим уравнение регрессии вида: $y_t = \beta_1 * X_t + \varepsilon_t$.

Найдем коэффициенты уравнения регрессии и оценим качество модели с помощью МНК.

Коэффициент при параметре $\beta_1 = 0,86$, $F = 7108,76$. Так как расчетное значение по критерию Фишера больше табличного, следовательно, уравнение признается статистически значимым.

Оценим значимость параметра уравнения, $t_{\beta_1} = 84,31$. Так как табличное значение меньше расчетного, то параметр признается статистически значимым.

Выделим остатки и с помощью статистики Бройша-Годфри проверим остатки на наличие автокорреляции. Результаты расчета статистики представлены в таблице 21.

Результаты расчета

Порядок автокорреляции	Статистика Бройша-Годфри (BG)	$\chi^2_{\text{табл.}}$	Гипотеза H_0
1	0,55	42,55	Не отвергается
2	0,75	40,11	Не отвергается
3	3,68	37,64	Не отвергается
4	8,24	35,17	Не отвергается
5	6,17	32,67	Не отвергается
6	8,32	30,14	Не отвергается
7	8,51	27,58	Не отвергается
8	8,10	25,00	Не отвергается

Гипотеза H_0 в статистики Бройша-Годфри не отвергается во всех случаях, а значит, в остатках отсутствует автокорреляция.

Оценим прогнозную точность модели с помощью показателя средней ошибки аппроксимации MAPE

$$MAPE = \frac{1}{32} * 1,17 * 100\% = 5,37\%$$

Показатель средней ошибки аппроксимации не превышает 10%, следовательно, модель пригодна для прогнозирования.

Выполним прогноз показателя реальных среднедушевых доходов на I квартал 2016 года, используя регрессионную модель $y_t = 0,86 * X_t + \varepsilon_t$.

Предполагается, что реальная заработная плата на I квартал 2016 составит 28 418,42 рублей, тогда реальные среднедушевые доходы составят $0,86 * 28\,418,42 = 24\,649$ рублей.

Поскольку социально-экономические процессы и явления сложны по своей природе, то выполнение точечного прогноза на практике нереально, поэтому необходимо дополнить прогноз интервальной оценкой $\hat{y}_p \pm \Delta$, где

Δ - стандартная ошибка прогноза.

$$\Delta = t_{\alpha/2} * S_{\varepsilon} * \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x}_t)^2}} \quad (25)$$

$$\Delta = 2,04 * 1303,93 * \sqrt{1 + \frac{1}{32} + \frac{42131366,31}{679263189,90}} = 2781,30$$

$$\hat{y}_p \in [21867,00; 27430,60]$$

С вероятностью 95% в I квартале 2016 года среднедушевые доходы попадут в интервал от 21867 до 27430 рублей.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. В каких случаях следует применять регрессионный анализ в прогнозировании?

2. В чем состоит специфика прогнозирования по регрессионной модели?

3. С помощью какого критерия оценивается значимость параметров уравнения регрессии?

4. Что такое явление мультиколлинеарности?

5. На основе данных, приведенных в таблице, определите эмпирическую зависимость ВВП от объема инвестиций.

Таблица 22

Показатели	Исходные данные				
	Годы				
	1	2	3	4	5
ВВП, трлн. руб.	0,7	1,9	9,1	16,3	22,3
Инвестиции, трлн. руб.	0,1	0,4	1,8	3,3	4,4

Тема 7. Методы экспертных оценок

Качественные методы преимущественно основываются на экспертных оценках. Суть экспертных методов заключается в том, что прогнозные оценки даются, на основе заключений экспертов. Эксперты подробно аргументируют свою точку зрения о состоянии того или иного объекта или изучаемой проблемы, полагаясь на: интуицию, прежний опыт, творчество и воображение.

Экспертные методы прогнозирования используют в случаях:

- когда из-за значительной сложности объекта прогнозирования невозможно учесть влияние многих факторов;
- наличие высокой степени неопределенности информации, имеющейся в прогностической базе или при отсутствии какой либо информации об объекте прогнозирования.

Например, данные методы могут применяться при прогнозировании спроса на новые товары и услуги, эффективности внедрения инноваций в экономику, цены на энергоносители, оценки влияния факторов на исследуемый объект, оценки вероятности исполнения альтернативных прогнозов.

Важным достоинством методов экспертной оценки является простота и применимость прогнозирования для любых ситуаций, даже в условиях неполноты информации, кроме того эти методы позволяют прогнозировать качественные изменения на рынке, например социальный фактор, экологический. Из недостатков стоит отнести субъективизм экспертного мнения.

В связи с природой данных, которые являются результатами экспертных оценок (обычно баллы, ранги), для их анализа обычно используются ранговые (непараметрические) методы.

Для того чтобы оценить согласованность мнений двух и более экспертов можно воспользоваться коэффициентом корреляции Спирмена или дисперсионным коэффициентом конкордации Кендалла.

В случае если экспертов не два, а более (например, при выяснении согласованности мнений группы экспертов), используется дисперсионный коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)} \quad (26)$$

$$\text{где } S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - a \right)^2 \quad (27)$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n + 1) \quad (28)$$

n - количество анализируемых объектов,

m - количество экспертов,

r_{ij} - ранг j -го объекта, который присвоен ему i -ым экспертом.

Дисперсионный коэффициент конкордации рассчитывают по матрице ранжировок n объектов группой из m экспертов, где r_{ij} - ранг, присвоенный j -ым экспертом i -ому объекту.

Следует обратить внимание на отличие значений коэффициента конкордации от коэффициента корреляции, так как он существует в пределах от 0 до 1. Если мнения экспертов полностью противоположны, коэффициент конкордации равен нулю ($W = 0$), а коэффициент корреляции в этом случае будет равен -1.

Если в матрице экспертных оценок присутствуют одинаковые связанные ранги, то формула приобретает следующий вид:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \cdot \sum_{j=1}^m T_j} \quad (29)$$

$$T_j = \frac{1}{12} \cdot \sum_{k=1}^l \left(h_k^3 - h_k \right)^2 \quad (30)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m r_{ij} - a \right)^2 \quad (31)$$

где T_j - показатель связанных (одинаковых) рангов в j -ой ранжировке,

h_k - число равных рангов в k -ой группе связанных рангов при ранжировке j -ым экспертом

n - число объектов

m - число экспертов

a - средний ранг матрицы

$$a = \frac{1}{2} * m * (n + 1) \quad (32)$$

Интерпретация коэффициента конкордации проводится по вербально-числовой шкале Харрингтона таблица 23.

Таблица 23

Вербально-числовая шкала Харрингтона	
Содержательное описание градации коэффициента	Числовое значение коэффициента
Очень высокая	0.80-1.0
Высокая	0.64-0.79
Средняя	0.37-0.63
Низкая	0.20-0.36
Очень низкая	0-0.19

Рассмотрим пример. Имеются альтернативные варианты прогноза, эксперты оценивают вероятность исполнения того или иного прогноза, расставляя ранговые оценки: наиболее вероятному прогнозу - наименьшую оценку, наименее вероятному - наибольшую, при этом расстановка одинаковых связанных рангов не была применена.

На основании экспертных оценок определим согласованности мнений экспертов, и определим наиболее вероятный прогноз. Результаты опроса экспертов представлены в таблице 24.

Таблица 24

Результаты опроса экспертов					
Эксперт	Варианты прогноза				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	1	2	4	5	3
3	1	2	3	4	5
4	2	1	5	3	4
5	1	3	2	5	4
6	2	1	3	5	4
7	2	1	3	4	5
8	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5
10	1	2	4	5	3
$\sum r_{ij}$	13	18	33	43	43
$(\sum r_{ij} - a)^2$	289	144	9	169	169

Рассчитаем средний ранг матрицы оценок:

$$a = \frac{1}{2} * 10 * (5 + 1) = 30$$

$$S = 289 + 144 + 9 + 169 + 169 = 780$$

Теперь рассчитаем коэффициент конкордации Кендалла по формуле (26).

$$W = \frac{12 * 780}{100^2 * (5^3 - 5)} = 0,78$$

Согласно вербально-числовой шкалы Харрингтона, между экспертами присутствует высокая степень согласованности, поскольку мнения едины, то можно определить наиболее вероятный прогноз.

Для определения единого мнения можно воспользоваться расчетом медианы Кемени, процедурой Янга или процедурой Борда.

Воспользуемся процедурой Борда, где выбирается наиболее предпочтительный вариант имеющий наименьшую сумму ранговых оценок, если эксперт приписывает наименьший ранг лучшему варианту и наоборот.

В нашем примере вероятным прогнозом является прогноз под вариантом №1. Рассмотрим другой пример, где в матрице экспертных оценок, имеются связанные ранги и определен уровень компетентности экспертов. Результаты опроса представлены в таблице 25.

Таблица 25

Результаты опроса экспертов						
Эксперт	Весовой коэффициент	Варианты прогноза				
		1	2	3	4	5
1	0,06	1	1	3	4	5
2	0,02	1	2	3	5	4
3	0,06	1	1	3	4	5
4	0,15	2	1	5	3	4
5	0,13	1	1	2	3	4
6	0,17	2	1	3	5	4
7	0,04	1	1	3	4	4
8	0,06	1	2	3	4	5
9	0,17	2	2	3	4	5
10	0,13	1	2	4	5	3
Σ	1	13	14	32	41	43

С учетом поправочных коэффициентов коэффициент конкордации Кендалла будет равен:

$$W = \frac{12 * 839}{10^2 * (5^3 - 5) - 10 * 3} = 0,84$$

Таблица 26

Значения поправочных коэффициентов		
Эксперты	Поправочные коэффициенты	
	$T_j = h^3 - h$	$T_j / 12$
1	$2^3 - 2 = 6$	0,5
3	$2^3 - 2 = 6$	0,5
5	$2^3 - 2 = 6$	0,5
7	$2^3 - 2 + (2^3 - 2) = 12$	1
9	$2^3 - 2 = 6$	0,5
ΣT_j		3

В данном примере у группы экспертов очень высокая согласованность во мнениях, а значит, можно определить наиболее предпочтительный вариант прогноза. Чтобы сделать это, воспользуемся процедурой Борда, только будем учитывать компетентность эксперта. Весовой коэффициент эксперта будем использовать как мультипликатор оценки альтернатив таблица 27.

Предпочтительным вариантом является вариант №2, поскольку он имеет наименьшую сумму ранговых оценок с учетом весового коэффициента эксперта равную 1,38.

Таблица 27

Ранжирование с учетом весового коэффициента						
Эксперт	Весовой коэффициент	Варианты прогноза				
		1	2	3	4	5
1	0,06	0,06	0,06	0,19	0,25	0,31
2	0,02	0,02	0,05	0,07	0,12	0,10
3	0,06	0,06	0,06	0,19	0,25	0,31
4	0,15	0,31	0,15	0,77	0,46	0,62
5	0,13	0,13	0,13	0,26	0,39	0,52
6	0,17	0,33	0,17	0,50	0,83	0,67
7	0,04	0,04	0,04	0,13	0,17	0,17
8	0,06	0,06	0,12	0,19	0,25	0,31
9	0,17	0,33	0,33	0,50	0,67	0,83
10	0,13	0,13	0,26	0,52	0,65	0,39
Σ	1	1,49	1,38	3,31	4,04	4,22

Если бы мы не учитывали компетентность экспертов, то наиболее предпочтительным вариантом был бы вариант №1, имеющий наименьшую сумму ранговых оценок равную 13 таблица 25.

В данном примере в качестве оценки предпочтительного варианта экспертами мы использовали весовой коэффициент эксперта, покажем методику оценки коэффициента.

Таблица 28

Профессиональная компетентность эксперта

Факторы	Значения весового коэффициента		
	среднее	среднее специальное	высшее
Уровень образования	0,2	0,3	0,5
	от 1 до 5 лет	от 5 до 10 лет	свыше 10 лет
Стаж работы	0,2	0,3	0,5
	отсутствует	от 1 до 5 лет	свыше 5 лет
Опыт работы по профилю проведения экспертизы	0	0,4	0,6
	без ученой степени	ученая степень кандидата наук	ученая степень доктора наук
Научная квалификация	0	0,4	0,6
	отсутствуют	до 5 статей	свыше 5 статей
Научные труды за последние 5 лет	0	0,4	0,6

Для экспертов составляется таблица, которая содержит, вопросы по всем факторам, влияющим на компетентность эксперта [7]. В таблице 28 так же могут присутствовать варианты ответов, каждый из которых имеет определенный балл. Сумма этих баллов и определяет объективный коэффициент компетентности.

Затем заполняется таблица по каждому эксперту и фактору, производится расчет весовых коэффициентов по формуле:

$$W_i = \frac{\sum_{i=1}^m \dot{Y}_i}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (33)$$

$$\sum_{i=1}^m W_i = 1 \quad (34)$$

a_{ij} - баллы i-того эксперта по j-тому фактору

$\sum_{i=1}^m \dot{Y}_i$ - сумма весов i-того эксперта

Расчет весов каждого эксперта

Эксперт	Факторы					$\sum \dot{Y}_i$	Весовой коэффициент W_i
	Уровень образования (Ф1)	Стаж работы (Ф2)	Опыт работы (Ф3)	Научная квалификация (Ф4)	Научные труды (Ф5)		
1	0,2	0,4	0,4	0	0	1	0,06
2	0,2	0,2	0	0	0	0,4	0,02
3	0,3	0,3	0,4	0	0	1	0,06
4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,6	2,5	0,15
5	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	2,1	0,13
6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	2,7	0,17
7	0,3	0,4	0	0	0	0,7	0,04
8	0,2	0,5	0,3	0	0	1	0,06
9	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	2,7	0,17
10	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	2,1	0,13
$\sum \hat{O}_j$	3,5	3,9	3,5	2,7	2,6	16,20	1

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. В каких случаях используются экспертные методы прогнозирования?
2. Назовите основные преимущества экспертных методов прогнозирования?
3. С помощью вербально - числовой шкалы Харрингтона интерпретируйте коэффициенты конкордации (W): 0.45; 0.90; 0,78.
4. С помощью метода экспертных оценок осуществляется отбор факторов для последующего включения в модель. Наименьшая оценка фактора соответствует наибольшему влиянию фактора на результативный признак. Определите, какие факторы будут включены в модель, если имеется ограничение по объему выборки. $N = 22$. Исходные данные представлены в таблице 30.

Таблица 30

Результаты опроса экспертов

	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3
Фактор 1	2	3	2
Фактор 2	4	4	5
Фактор 3	1	1	1
Фактор 4	3	2	2
Фактор 5	5	5	4

Тема 8. Комплексные методы прогнозирования

Опыт применения разнообразных подходов к прогнозированию доказывает, что каждый метод приводит к разным результатам. Итак, как правило, выходит несколько отличных прогнозов одного экономического показателя. Стоит вопрос: или преобладает какой-либо метод над остальными, и возможно ли каким-то образом скомбинировать прогнозы, полученные разными методами, чтобы построить обобщенный прогноз, который будет более точным, чем индивидуальные?

Объединение можно осуществлять как на основании прогнозов, полученных из разных источников, например, экспертным путем и с помощью фактографических методов, так и с применением прогнозов, построенных с помощью статистических моделей одного класса.

Как уже отмечалось, цель комбинирования прогнозов – повышение качества прогнозирования, единственным (универсальным) критерием которого обычно выступает точность прогнозирования, измеряемая абсолютной либо относительной ошибкой прогнозирования. В соответствии с этой целью комбинирования прогнозов является уменьшение величины ошибки прогнозирования.

Способ объединения отдельных прогнозов, как правило, заключается в том, чтобы представить комбинированный прогноз в виде взвешенной суммы отдельных прогнозов:

$$\hat{y}_{it} = \sum_{i=1}^m K_i * \hat{y}_{it} \quad (35)$$

K_i - весовые коэффициенты отдельных прогнозов, $0 < K_i < 1$

$\hat{y}_{it}$ - отдельный прогноз, полученный для момента времени t

Сумма всех весовых коэффициентов должна давать единицу, отдельные веса должны находиться в интервале $[0;1]$. Очевидно, что главная проблема, которая при этом возникает - определение весов K_i , поскольку именно они будут определять качество объединенного прогноза. На практике всегда стремятся предоставить большего веса тому набору прогнозов, который содержит меньшую дисперсию ошибки прогноза или меньшую среднюю ошибку аппроксимации.[3]

Тогда расчет весовых коэффициентов прогнозов осуществляется по формуле:

$$K_i = \left(\sigma_i^2 \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_i^2} \right)^{-1} \quad (36)$$

σ_i^2 - дисперсия ошибки прогноза

Для двух прогнозов:

$$K_1 = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \text{ и } K_2 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad (37)$$

Рассмотрим пример объединения прогнозов реальных доходов населения на основе регрессионной модели $y_t = 0,86 * X_t + \varepsilon_i$ (построенной в теме 6) и аддитивной модели с использованием сезонной компоненты таблица 31.

Таблица 31

Исходные данные к расчету комбинированного прогноза

№	Модель	Прогноз на I квартал 2016 года	MAPE, %	σ_ε^2
1	$y_t = 0,86 * X_t + \varepsilon_i$	24 649 рублей	5,37	1646751,25
2	$y_t = (412,1 * t + 12394) + S_i + \varepsilon_i$	23 351 рублей	5,58	2484281,03

Рассчитаем весовые коэффициенты для каждого прогноза по формуле (37)

$$K_1 = \frac{248428,103}{248428,103 + 164675,125} = 0,60$$

$$K_2 = \frac{164675,125}{248428,103 + 164675,125} = 0,40$$

С учетом весовых коэффициентов комбинированный прогноз реальных доходов населения Новосибирской области составит:

$$y_{\text{объ}} = 0,60 * 24649 + 0,40 * 23351 = 24132 \text{ рубля.}$$

Рассчитаем для объединенного прогноза показатель средней ошибки аппроксимации MAPE.

$$MAPE = \frac{1}{32} * |1,45| * 100\% = 4,5\%$$

Для объединенного прогноза средняя ошибка аппроксимации меньше по сравнению с частными прогнозами, что говорит об эффективности объединения прогнозов.

Вопросы для повторения и задания для самостоятельной работы

1. В чем заключается основная задача комплексных методов прогнозирования?
2. Рассчитайте весовые коэффициенты прогнозов, если известны дисперсии ошибок прогнозов: $\sigma_1^2 = 20$; $\sigma_2^2 = 23$; $\sigma_3^2 = 18$
3. Подготовьте доклад-презентацию на тему: «Комплексные модели прогнозирования экономики».

Заключение

В ходе данного исследования были рассмотрены и систематизированы основные теоретические и методологические положения курса «макроэкономическое планирование и прогнозирование», учитывая сложившуюся практику хозяйственной деятельности и современные экономические условия.

Это издание охватывает методы, характеризующиеся так называемым «экстраполяционным» традиционным подходом, однако им не ограничивается. В логической последовательности излагаются основы всех групп методов от фактографических (формализованных), эвристических (экспертных), до комплексных (комбинированных прогнозов).

Теоретический материал подкреплён практическими примерами, представляющими собой результат авторских эмпирических исследований российской экономики в современных условиях.

Каждый раздел содержит перечень заданий для самостоятельной работы студентов. Выполнение комплекса заданий обеспечит закрепление и развитие у обучающихся знаний, умений и навыков анализа, моделирования и прогнозирования социально-экономических процессов, полученных в ходе таких дисциплин как экономическая статистика, эконометрика, а также освоение ряда специальных инструментов и методов (включая экспертные), применяемые для прогнозирования на макроуровне (для сложных процессов и систем, к которым безусловно относится экономика любого государства).

Литература

1. Антохова И.В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов: учебное пособие / И.В. Антохова. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2004 – 212 с.
2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление: Пер. с англ. // Под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974, кн. 1. – 406 с.
3. Дедилова Т.В. Прогнозирование социально-экономических процессов: конспект лекций [Электронный ресурс] / Т.В. Дедилова. Режим доступа к сайту: <http://bibook.ru/books/37369/default.htm>
4. Кузык Б.Н. Прогнозирование, стратегическое планирование и национальное программирование: учебник / Б.Н. Кузык, В.И. Кушлин, Ю.В. Яковец. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика, 2011. – 604 с.
5. Лебедева Т.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: методические указания для выполнения расчетно-графической (контрольной), практических и лабораторных работ / Т.В. Лебедева.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008. - 145 с.
6. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений: учебное пособие / А.И. Орлов.- М.: КноРус, 2013. - 576 с.
7. Петриченко Г.С., В.Г.Методика оценки компетентности экспертов / Г.С.Петриченко, В.Г.Петриченко // Научный журнал КубГАУ-Краснодар: КубГАУ, 2015. № 109 (5).С. 1-12.
8. Сажин Ю.В., Катынь А.В., Сарайкин Ю.В. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебное пособие/ Ю.В. Сажин, А.В. Катынь, Ю.В. Сарайкин. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013.- 192 с.
9. Светульников И.С., Светульников С.Г. Методы и модели социально-экономического прогнозирования: учебник и практикум для академического бакалавриата. В 2-х т.Т.1.Теория и методология прогнозирования / И.С. Светульников, С.Г. Светульников. –М.: Юрайт, 2014. 351 с.
10. Светульников И.С., Светульников С.Г. Методы и модели социально-экономического прогнозирования: и практикум для академического бакалавриата. В 2-х т.Т.2.Методы и модели/ И.С. Светульников, С.Г. Светульников. – М.: Юрайт, 2015. – 450 с.

Содержание

Введение.....	3
Тема 1. Теоретические и методологические основы планирования и прогнозирования	3
Тема 2. Методы прогнозирования макроэкономических процессов.....	6
Тема 3. Упрощенные методы прогнозирования	8
Тема 4. Прогнозирование на основе трендовых моделей.....	13
Тема 5. Моделирование и прогнозирование с использованием сезонной компоненты.....	21
Тема 6. Регрессионный анализ в макропрогнозировании.....	31
Тема 7. Методы экспертных оценок	35
Тема 8. Комплексные методы прогнозирования	44
Заключение	46
Литература	47
Содержание	48
Приложения	49

Таблица критических значений Стьюдента

K_2	p							
	0.80	0.90	0.95	0.98	0.99	0.995	0.998	0.999
1	3.0770	6.3130	12.7060	31.820	63.656	127.656	318.306	636.619
2	1.8850	2.9200	4.3020	6.964	9.924	14.089	22.327	31.599
3	1.6377	2.35340	3.182	4.540	5.840	7.458	10.214	12.924
4	1.5332	2.13180	2.776	3.746	4.604	5.597	7.173	8.610
5	1.4759	2.01500	2.570	3.649	4.0321	4.773	5.893	6.863
6	1.4390	1.943	2.4460	3.1420	3.7070	4.316	5.2070	5.958
7	1.4149	1.8946	2.3646	2.998	3.4995	4.2293	4.785	5.4079
8	1.3968	1.8596	2.3060	2.8965	3.3554	3.832	4.5008	5.0413
9	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498	3.6897	4.2968	4.780
10	1.3720	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693	3.5814	4.1437	4.5869
11	1.363	1.795	2.201	2.718	3.105	3.496	4.024	4.437
12	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0845	3.4284	3.929	4.178
13	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.1123	3.3725	3.852	4.220
14	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.976	3.3257	3.787	4.140
15	1.3406	1.7530	2.1314	2.6025	2.9467	3.2860	3.732	4.072
16	1.3360	1.7450	2.1190	2.5830	2.9200	3.2520	3.6860	4.0150
17	1.3334	1.7396	2.1098	2.5668	2.8982	3.2224	3.6458	3.965
18	1.3304	1.7341	2.1009	2.5514	2.8784	3.1966	3.6105	3.9216
19	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609	3.1737	3.5794	3.8834
20	1.3253	1.7247	2.08600	2.5280	2.8453	3.1534	3.5518	3.8495
21	1.3230	1.7200	2.2.0790	2.5170	2.8310	3.1350	3.5270	3.8190
22	1.3212	1.7117	2.0739	2.5083	2.8188	3.1188	3.5050	3.7921
23	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073	3.1040	3.4850	3.7676
24	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7969	3.0905	3.4668	3.7454
25	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874	3.0782	3.4502	3.7251
26	1.315	1.705	2.059	2.478	2.778	3.0660	3.4360	3.7060
27	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707	3.0565	3.4210	3.6896
28	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633	3.0469	3.4082	3.6739

Таблица критериев Дарбина-Уотсона

n	K=1		K=2		K=3		K=4		K=5	
	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U
6	0.61	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.7	1.36	0.47	1.9	-	-	-	-	-	-
8	0.76	1.33	0.56	1.78	0.37	2.29	-	-	-	-
9	0.82	1.32	0.63	1.7	0.46	2.13	-	-	-	-
10	0.88	1.32	0.7	1.64	0.53	2.02	-	-	-	-
11	0.93	1.32	0.66	1.6	0.6	1.93	-	-	-	-
12	0.97	1.33	0.81	1.58	0.66	1.86	-	-	-	-
13	1.01	1.34	0.86	1.56	0.72	1.82	-	-	-	-
14	1.05	1.35	0.91	1.55	0.77	1.78	-	-	-	-
16	1.10	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.74	1.93	0.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84

Таблица критических значений Фишера

k_2	k_1										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	245.95
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.20
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	-	2,42	-	-	-
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	-	2,40	-	-	-
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	-	2,38	-	-	-
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	-	2,36	-	-	-
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	-	2,34	-	-	-
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	-	2,32	-	-	-
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	-	2,30	-	-	-
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	-	2,29	-	-	-
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	-	2,28	-	-	-

Таблица критических значений χ^2 распределения

ρ n-1	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,000	0,001	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,71	3,84	5,41	6,64	10,83
2	0,020	0,040	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,41	3,22	4,60	5,99	7,82	9,21	13,82
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	9,84	11,34	16,27
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	11,67	13,28	18,46
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	13,39	15,09	20,5
6	0,872	1,134	1,635	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	15,03	16,81	22,5
7	1,239	1,564	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	16,62	18,48	24,3
8	1,646	2,03	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	18,17	20,1	26,1
9	2,09	2,53	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	19,68	21,7	27,9
10	2,56	3,06	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	21,2	23,2	29,6
11	3,05	3,61	4,58	5,58	6,99	8,15	10,34	12,90	14,63	17,28	19,68	22,6	24,7	31,3
12	3,57	4,18	5,23	6,30	7,81	9,03	11,34	14,01	15,81	18,55	21,0	24,1	26,2	32,9
13	4,11	4,76	5,89	7,04	8,63	9,93	12,34	15,12	16,98	19,81	22,4	25,5	27,7	34,6
14	4,66	5,37	6,57	7,79	9,47	10,82	13,34	16,22	18,15	21,1	23,7	26,9	29,1	36,1
15	5,23	5,98	7,26	8,55	10,31	11,72	14,34	17,32	19,31	22,3	25,0	28,3	30,6	37,7
16	5,81	6,61	7,96	9,31	11,15	12,62	15,34	18,42	20,5	23,5	26,3	29,6	32,0	39,3
17	6,41	7,26	8,67	10,08	12,00	13,53	16,34	19,51	21,6	24,8	27,6	31,0	33,4	40,8
18	7,02	7,91	9,39	10,86	12,86	14,44	17,34	20,6	22,8	26,0	28,9	32,3	34,8	42,3
19	7,63	8,57	10,11	11,65	13,72	15,35	18,34	21,7	23,9	27,2	30,1	33,7	36,2	43,8
20	8,26	9,24	10,85	12,44	14,58	16,27	19,34	22,8	25,0	28,4	31,4	35,0	37,6	45,3
21	8,90	9,92	11,59	13,24	15,44	17,18	20,3	23,9	26,2	29,6	32,7	36,3	38,9	46,8
22	9,54	10,60	12,34	14,04	16,31	18,10	21,3	24,0	27,3	30,8	33,9	37,7	40,3	48,3
23	10,20	11,29	13,09	14,85	17,19	19,02	22,3	26,0	28,4	32,0	35,2	39,0	41,6	49,7
24	10,86	11,99	13,85	15,66	18,06	19,94	23,3	27,1	29,6	33,2	36,4	40,3	43,0	51,2
25	11,52	12,70	14,61	16,47	18,94	20,9	24,3	28,2	30,7	34,4	37,7	41,7	44,3	52,6
26	12,20	13,41	15,38	17,29	19,82	21,8	25,3	29,2	31,8	35,6	38,9	42,9	45,6	54,1
27	12,88	14,12	16,15	18,11	20,7	22,7	26,3	30,3	32,9	36,7	40,1	44,1	47,0	55,5
28	13,56	14,85	16,93	18,94	21,6	23,6	27,3	31,4	34,0	37,9	41,3	45,4	48,3	56,9
29	14,26	15,57	17,71	19,77	22,5	24,6	28,3	32,5	35,1	39,1	42,6	46,7	49,6	58,3
30	14,95	16,31	18,19	20,6	23,4	25,5	29,3	33,5	36,2	40,3	43,8	48,0	50,9	59,7

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ЭКОНОМИКИ И СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Кафедра образована 9 февраля 2015 года на базе бывших кафедр прикладной экономики и маркетинга, экономической теории и бизнеса и экономической теории и экономической политики, входивших ранее в состав разных факультетов.

Все эти кафедры имели достаточно давнюю историю и серьезные достижения. Кафедра прикладной экономики и маркетинга, например, относится к научной школе, основанной еще в 1975 году профессором В.А. Петровым, основоположником теории организации группового производства. Кафедра экономической теории и бизнеса в ее современном виде была организована в 1992 году и с 2001 года выпускала специалистов, бакалавров и магистров по своему профилю. Заведующие названными кафедрами профессор О.В. Васюхин и профессор С.Б. Смирнов являются членами советов УМО по направлению 080100 «Экономика» и по специальности 080801 «Прикладная информатика в экономике». Заведующая кафедрой экономической теории и экономической политики профессор Н.А. Шапиро, автор более 170 научных и учебно-методических работ, является действительным членом международной общественной организации «Академия философии хозяйства» (на базе МГУ им. М.В. Ломоносова) и заместителем главного редактора журнала «Экономика и экологический менеджмент», включенного в перечень ВАК.

Сегодня в составе новой кафедры работают 7 профессоров, 21 доцент, 11 старших преподавателей, 11 ассистентов и 3 тьютора. Основными учебными курсами являются: «Экономическая теория», «Национальная экономика», «Региональная экономика», «Государственное регулирование национальной экономики», «Социальное и экономическое прогнозирование», «Экономика общественного сектора», «Информатика», «Корпоративные информационные системы в экономике», «Экономика защиты информации», «Предметно-ориентированные экономические информационные системы», «Экономическая оценка инвестиций», «Бизнес-планирование» и др.

Кафедра постоянно совершенствует методическую базу учебного процесса путем разработки и внедрения новых методических материалов - посо-

бий, электронных учебников, тестовых программ для дистанционного обучения и др. Связи с родственными кафедрами и хозяйственными структурами позволяют обновлять профессиональные дисциплины на 10-15 процентов ежегодно. Обучение ведется на современной технической основе, включая компьютерные классы межкафедральной лаборатории. На основе постоянно действующего сервера в учебном процессе активно используется ИНТЕР-НЕТ. Сетевой класс подключен также к университетской сети RUNNET.

Кафедра ведет научные исследования и разработки по следующим направлениям:

- антикризисные и стабилизационные программы для национальной экономики;
- организационное проектирование предприятий;
- анализ и моделирование деятельности инновационно-ориентированных организаций и обоснование инновационных проектов;
- регулирование производственной деятельности на разных уровнях управления;
- планирование кадровых стратегий и научных исследований.

Кафедра имеет широкие внешние связи и эффективно сотрудничает с родственными кафедрами российских вузов, а также участвует в нескольких международных образовательных программах. Сотрудники кафедры активно участвуют в научных конференциях, включая международные.

Лебедева Инна Михайловна
Федорова Александра Юрьевна

Макроэкономическое планирование и прогнозирование

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49