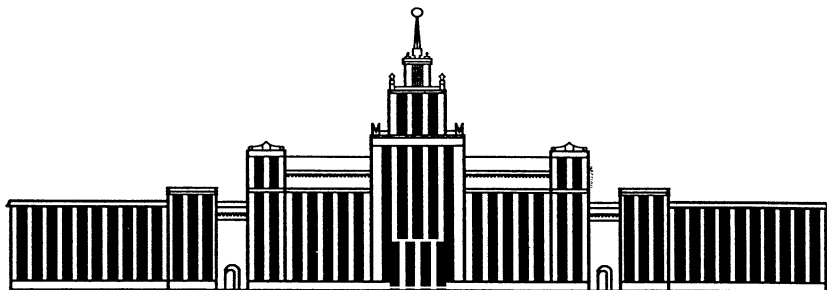

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

У9(2).я7
Р341

А.В. Резепин, Т.Ф. Амирова, А.С. Лапо

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Учебное пособие

Челябинск
2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Экономическая теория, региональная экономика,
государственное и муниципальное управление»

У9(2).я7
Р341

А.В. Резепин, Т.Ф. Амирова, А.С. Лапо

**МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Учебное пособие

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2019

ББК У9(2).я7
Р341

Одобрено
учебно-методической комиссией
Высшей школы экономики и управления

Рецензенты:
Бенц Д.С., Карян Ю.С.

Резепин, А.В.

Р341 Методы прогнозирования социально-экономического развития: учебное пособие /А.В. Резепин, Т.Ф. Амирова, А.С. Лапо. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 75 с.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление». Учебное пособие дополняет учебники по дисциплинам «Методы социально-экономического прогнозирования», «Макроэкономическое планирование и прогнозирование» и содержит задания обучающего характера, призванные помочь в освоении знаний по дисциплине «Методы прогнозирования социально-экономического развития». Тематические разделы учебного пособия содержат выводы, обобщающие учебный материал раздела, контрольные вопросы, описания реальных экономических ситуаций, упражнения и задачи для самоконтроля студентов.

ББК У9(2).я7

© Издательский центр ЮУрГУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОДЕРЖАНИЕ И ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ	
1.1. Содержание и факторы экономического роста и развития	5
1.2. Методы оценки социально-экономического развития	7
2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ	
2.1. Понятие и структура временных рядов	19
2.2. Понятие и методы прогнозирования	25
2.3. Упрощенные методы прогнозирования временных рядов	27
3. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ	
3.1. Корреляционный анализ	36
3.2. Задачи регрессионного анализа и построение линии регрессии	41
3.3. Приведение нелинейной зависимости к линейному виду	49
3.4. Регрессионные модели в прогнозировании	52
4. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	
4.1. Метод экспертных оценок	59
4.2. Метод Дельфи	60
4.3. Определение обобщенных оценок и согласованности мнений экспертов	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	75

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление». Учебное пособие дополняет учебники по дисциплинам «Методы социально-экономического прогнозирования», «Макроэкономическое планирование и прогнозирование» и содержит задания обучающего характера, призванные помочь в освоении знаний по дисциплине «Методы прогнозирования социально-экономического развития».

Учебное пособие содержит краткое изложение теоретического материала по темам курса, контрольные вопросы для обсуждения, описания реальных экономических ситуаций, упражнения и задачи для самоконтроля студентов.

Темы докладов могут быть предложены студентами в рамках учебной программы курса. При этом формулировка и содержание сообщений должны согласовываться с преподавателем.

При проведении семинарских занятий используются различные формы их организации: обсуждение сообщений по темам дисциплины, анализ конкретных ситуаций, выполнение практических заданий.

Методические указания предназначены для проведения аудиторной и самостоятельной работы студентов.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

1.1. Содержание и факторы экономического роста и развития

Экономический рост – долгосрочное увеличение производственной способности страны, основанное на техническом прогрессе, способное обеспечить население растущим многообразием благ. Экономический рост означает, увеличение производственных ресурсов, расширение масштабов производства, рост выпуска продукции и ее потоков, идущих как на текущее потребление, так и на пополнение производственных ресурсов.

В качестве основных показателей экономического роста обычно рассматриваются темпы роста реального ВВП, ВВП, национального дохода, объемов промышленного производства в валовом выражении или на душу населения. При этом рассмотрение темпов роста на душу населения позволяет учесть влияние роста населения на экономическую динамику.

Факторы экономического роста – это процессы и явления, определяющие масштабы увеличения объемов национального производства.

По способу воздействия на экономический рост различают прямые и косвенные факторы. Прямые факторы непосредственно определяют потенциал роста национальной экономики. Косвенные факторы влияют на возможность воплощения этого потенциала в действительность. Они либо способствуют реализации потенциала, заложенного в прямых факторах, либо, напротив, ограничивают его.

В состав прямых факторов включаются:

1. Увеличение численности населения и повышение качества трудовых ресурсов.
2. Рост объема и улучшение качества основного капитала.
3. Совершенствование технологий и организации производства.
4. Повышение количества и качества используемых природных ресурсов.
5. Рост предпринимательских способностей.

В составе косвенных факторов экономического роста можно выделить факторы предложения, факторы спроса и факторы распределения.

К факторам предложения относятся снижение степени монополизации рынков, уменьшение цен на факторы производства, снижение налогов, расширение возможности получения кредитов и др.

Факторы спроса определяют возможность потребления растущего объема производства. К таким факторам можно отнести рост потребительских, инвестиционных и государственных расходов, расширение экспорта продукции.

К факторам распределения, оказывающим влияние на экономический рост, относятся фактическая аллокация производственных ресурсов по отраслям, предприятиям и регионам страны, действующий в обществе порядок распределения доходов между субъектами.

Социально-экономическое развитие – расширенное воспроизводство и поступательные качественные изменения экономики, образования, науки, культуры, человеческого капитала, уровня и качества жизни населения.

Социально-экономическое развитие предполагает повышение уровня жизни населения, снижение дифференциации доходов в обществе, модернизацию структуры национальной экономики, урбанизацию, повышение качества жизни и изменение структуры потребления, заключающееся в снижении доли расходов на продовольствие.

Экономическое развитие определяется как процесс, в ходе которого в течение длительного времени отмечается рост реального среднедушевого дохода населения страны при одновременном соблюдении двух условий: сокращение или сохранение неизменным числа живущих за чертой бедности, сохранение или уменьшение степени неравенства в распределении доходов.

Ключевую роль в социально-экономическом развитии и формировании нового технологического уклада играет человеческий капитал. Человеческий капитал – интенсивный производительный фактор развития общества и семьи, включающий образованную часть трудовых ресурсов, знания, инструментарий интеллектуального и управленческого труда, среду обитания и трудовой деятельности, обеспечивающие эффективное и рациональное функционирование человеческого капитала.

Эффективность процессов развития во многом определяется эффективностью государственного регулирования экономики, эффективностью самого государства и его институтов.

Экономический рост и развитие могут обеспечиваться за счет использования большего количества ресурсов или за счет повышения их производительности. В связи с этим выделяют различные типы экономического роста.

Экстенсивный экономический рост – увеличение объемов национального производства, достигаемое за счет использования большего количества факторов производства. При этом производительность этих факторов остается постоянной.

Интенсивный экономический рост – увеличение объемов производства, достигаемое за счет качественного совершенствования использования факторов производства. При этом рост объемов национального производства опережает рост количества применяемых факторов производства.

Экономический рост сопровождается и действием ряда негативных факторов. К ним можно отнести, экологические проблемы, порождаемые

ростом производства, а также истощение природных ресурсов. В связи с этим, общество вынуждено все большую часть своего общественного продукта расходовать на охрану природы и ее частичное восстановление. Помимо этого, к отрицательным последствиям экономического роста можно отнести рост его социальных издержек. Интенсификация труда, вызывающая психологические и физические перегрузки, ведут к росту затрат на медицинское обслуживание. Увеличение экологических и социальных издержек экономического роста ведет к снижению темпов роста общественного благосостояния.

1.2. Методы оценки социально-экономического развития

При оценке социально-экономического развития необходимо рассмотреть динамику величины относительных доходов населения и их фактическое распределение.

Так же для сравнения стран по уровню развития используют следующие показатели:

- качество и уровень жизни населения;
- конкурентоспособность экономики;
- производительность труда и другие показатели экономической эффективности;
- стоимость человеческого капитала на душу населения, его качество и производительность;
- встроенность в мировую экономику;
- уровень коррупции и личной свободы;
- место в ведущих мировых рейтингах;
- финансовые и экономические рейтинги и оценки ведущих мировых рейтинговых агентств;
- отраслевая структура экономики, доля сырьевой и высокотехнологичной экономики;
- уровень бедности;
- индекс человеческого развития;
- показатели распределения доходов.

Бедность – характеристика экономического положения индивида или социальной группы, при котором они не могут удовлетворить определённый круг минимальных потребностей, необходимых для жизни, сохранения трудоспособности, продолжения рода. Бедность является относительным понятием и зависит от общего стандарта уровня жизни в данном обществе.

Международная черта абсолютной бедности оценивается как реальный доход 1 долл. в день на человека по паритету покупательной способности (ППС) в ценах 1985 г., 1,9 долл. – в ценах 2015 г.

При определении степени удовлетворения основных потребностей и развития человеческого капитала применяются различные интегральные показатели, агрегирующие значения частных индикаторов.

Расчет интегральных показателей состоит из трех этапов:

1) выбор частных индикаторов, из которых будет строиться интегральный показатель;

2) трансформация частных индикаторов для их сравнимости друг с другом, этот этап необходим в силу того, что при расчете интегральных индикаторов суммируются совершенно разные частные индикаторы, в том числе измеряемые в разных единицах и имеющие различный масштаб;

3) выбор способа агрегирования трансформированных частных индикаторов.

Основным способом трансформации частных индикаторов является нормализация, которая позволяет преобразовать исходный диапазон, в пределах которого распределены значения некоторого признака, в другой заданный диапазон. Линейная минимаксная нормализация преобразует исходный диапазон в диапазон от 0 до 1.

Если рост исходного значения интерпретируется как улучшение показателя, то применяется следующая формула:

$$V'(i) = \frac{V(i) - \min(V(i))}{\max(V(i)) - \min(V(i))},$$

где минимальное и максимальное значения вычисляются автоматически или выбираются аналитиком.

Если рост исходного значения интерпретируется как ухудшение показателя, то применяется следующая формула:

$$V'(i) = \frac{\max(V(i)) - V(i)}{\max(V(i)) - \min(V(i))},$$

Широко используемым интегральным показателем социально-экономического развития является индекс человеческого развития.

Индекс человеческого развития (HDI) – интегральный показатель, рассчитываемый ежегодно для межстранового сравнения и измерения уровня жизни, грамотности, образованности и долголетия как основных характеристик человеческого потенциала исследуемой территории.

Индекс человеческого развития ООН основан на трех индексах:

1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни, определяемый по формуле:

$$LI = \frac{L - L_{min}}{L_{max} - L_{min}},$$

где L – ожидаемая продолжительность жизни в стране, лет; t_{min} – минимальная продолжительность жизни в мире, составляющая 20 лет; L_{max} – максимальная продолжительности жизни в мире, составляющая 85 лет.

2. Индекс образования, определяемый по формуле:

$$EI = \frac{AEI + EEI}{2},$$

$$AEI = \frac{AE}{15},$$

$$EEI = \frac{EE}{18},$$

где AEI – индекс средней продолжительности обучения; EEI – индекс ожидаемой продолжительности обучения, AE – средняя продолжительность обучения населения, лет; EE – ожидаемая продолжительность обучения населения, лет.

3. Индекс дохода, определяемый по формуле:

$$II = \frac{\ln(GNIpc) - \ln(100)}{\ln(75\,000) - \ln(100)},$$

где $\ln(GNIpc)$ – натуральный логарифм значения ВНД на душу населения по ППС, тыс. долл.; $\ln(100)$ – натуральный логарифм наименьшего значения ВНД на душу населения; $\ln(75\,000)$ – натуральный логарифм наибольшего значения ВНД на душу населения.

HDI является средним геометрическим этих трёх индексов:

$$HDI = \sqrt[3]{LI \times EI \times II}.$$

Этот показатель можно использовать в качестве комплексной оценки качества жизни населения.

Дифференциацию доходов населения можно оценить с помощью кривой Лоренца и коэффициента Джини, которые являются показателями степени расслоения общества данной страны или региона по отношению к какому-либо изучаемому признаку.

Кривая Лоренца – это графическое изображение функции распределения. Она была предложена американским экономистом Максом Отто Лоренцем в 1905 году как показатель неравенства в доходах населения. В таком представлении она есть изображение функции распределения, в котором аккумулируются доли численности и доходов населения. Равномерное распределение признака будет представлено в таком случае диагональю, называемой «линией равномерного распределения», а неравномерное – кривой Лоренца, отклонение которой от диагонали и характеризует степень неравномерности.

Распределение доходов по группам населения в России представлено в табл. 1. Для построения кривой Лоренца необходимо определить кумулятивные доли численности и доходов населения.

Таблица 1

Распределение доходов населения России в 2000 г.

Группа населения	Доля группы в общем объеме денежных доходов	Кумулятивная доля численности населения (N)	Кумулятивная доля доходов населения (I)
I (с наименьшими доходами)	0,059	0,2	0,059
II	0,104	0,4	0,163
III	0,151	0,6	0,314
IV	0,219	0,8	0,533
V (с наибольшими доходами)	0,467	1,0	1,000

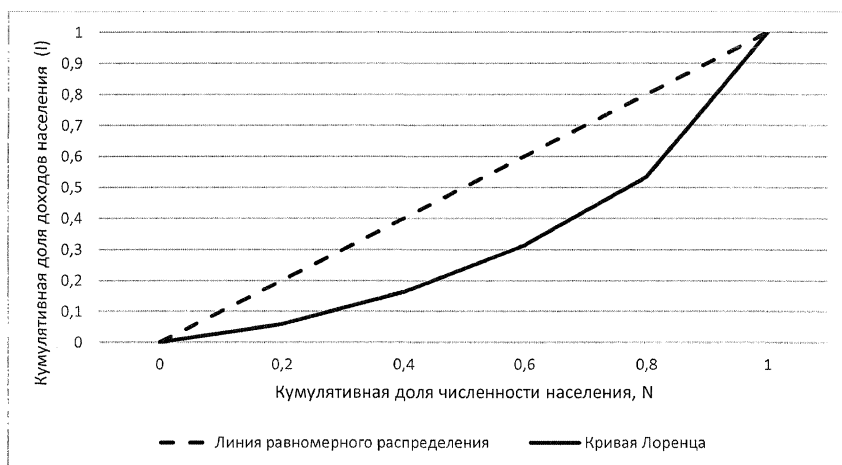


Рис. 1. Кривая распределение доходов населения России в 2000 г.

Для расчета конкретного уровня неравенства в распределении доходов поступают следующим образом. Площадь, образованную линиями равномерного и неравного распределения доходов, относят к площади треугольника под линией равномерного распределения. Полученный результат соответствует коэффициенту Джини.

Коэффициент Джини можно рассчитать по формуле Брауна:

$$G = \left| 1 - \sum_{k=2}^n (N_k - N_{k-1}) \times (I_k + I_{k-1}) \right|,$$

где N_k – кумулятивная доля населения (население предварительно ранжировано по возрастанию доходов); I_k – доля дохода, которую в совокупности получает N_k .

Коэффициент Джини изменяется от 0 до 1. Чем больше его значение отклоняется от нуля и приближается к единице, тем в большей степени доходы сконцентрированы в руках отдельных групп населения. Расчет коэффициента Джини для оценки неравномерности распределения доходов населения России в 2000 г. представлен в таблице 2.

Значение коэффициента Джини в России в 2000 г. равно:

$$G = |1 - (0,0118 + 0,0444 + 0,0954 + 0,1694 + 0,3066)| = 0,3724.$$

Коэффициент Джини позволяет сравнивать распределение признака в совокупностях с различным числом единиц (например, регионы с разной численностью населения) и может быть использован для сравнения распределения признака (дохода) между различными совокупностями (например, разными странами). При этом нет зависимости от масштаба экономики сравниваемых стран (табл. 2).

Таблица 2

Расчет коэффициента Джини для оценки неравномерности распределения доходов населения России в 2000 г.

Группа населения	k	Кумулятивная доля численности населения (N)	Кумулятивная доля доходов населения (I)	$N_k - N_{k-1}$	$I_k + I_{k-1}$	$\frac{(N_k - N_{k-1})}{(I_k + I_{k-1})}$
0	1	0	0	–	–	–
I	2	0,2	0,059	0,2	0,059	0,0118
II	3	0,4	0,163	0,2	0,222	0,0444
III	4	0,6	0,314	0,2	0,477	0,0954
IV	5	0,8	0,533	0,2	0,847	0,1694
V	6	1,0	1,000	0,2	1,533	0,3066

Значение коэффициента Джини зависит от того, на какое количество групп поделено население, чем на большее количество групп поделена одна и та же совокупность (больше квантилей), тем выше для нее значение коэффициента Джини.

Недостатком коэффициента Джини является то, что он не учитывает источник дохода (доходы от труда или доходы от собственности), а также оценивает неравномерность получения денежных доходов, тогда как часть населения может получать доходы в натуральной форме или в виде социальных услуг, например, дополнительного медицинского страхования.

Динамика коэффициента Джини в России с делением населения на десять групп доходов представлена на рис. 2. Можно отметить, что в период 2000–2008 гг. наблюдалась устойчивая тенденция роста расслоения

населения по уровню доходов, а с 2008 г. преобладает тенденция снижения неравенства в распределении доходов россиян.

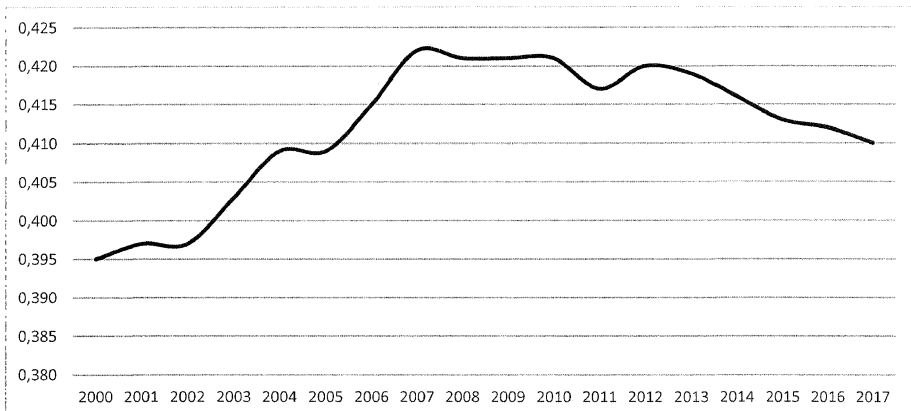


Рис. 2. Динамика коэффициента Джини в России

При оценке вклада отдельных факторов в экономическое развитие страны применяется факторный анализ. Факторный анализ по методу цепных подстановок используется для расчета влияния факторов в детерминированных моделях аддитивного и мультипликативного типа.

Сущность способа заключается в том, чтобы, определять влияние одного фактора в условиях, когда другие факторы принимаются как неизменные. Для этого в расчетах базовые показатели последовательно заменяют фактическими. Полученные результаты сравнивают с имеющимися предыдущими данными. Разность показывает размер влияния данного фактора на изменение совокупного показателя.

В общем виде применение способа цепных постановок можно описать следующим образом:

$$Y_0 = A_0 \cdot B_0 \cdot C_0;$$

$$Y_A = A_1 \cdot B_0 \cdot C_0;$$

$$Y_B = A_1 \cdot B_1 \cdot C_0;$$

$$Y_1 = A_1 \cdot B_1 \cdot C_1;$$

где A_0, B_0, C_0 — базисные значения факторов, оказывающих влияние на обобщающий показатель Y ; A_1, B_1, C_1 — фактические значения факторов; Y_A, Y_B , — промежуточные (условные) изменения результирующего показателя, связанного с изменением факторов A, B , соответственно.

Общее изменение $\Delta Y = Y_1 - Y_0$ складывается из суммы изменений результирующего показателя за счет изменения каждого фактора при фиксированных значениях остальных факторов:

$$\Delta Y = \Delta Y_A + \Delta Y_B + \Delta Y_C;$$

$$\Delta Y_A = Y_A - Y_0;$$

$$\Delta Y_B = Y_B - Y_A;$$

$$\Delta Y_C = Y_1 - Y_B.$$

При межстрановом сравнении уровня общего развития принято различать следующие группы стран.

1. Развитые страны – страны с эффективными инновационными экономиками. К ним относятся в основном страны – члены ОЭСР. В их число входят США, Германия, Швеция, Япония, Финляндия, Австралия, Сингапур и другие.

В развитых странах создан значительный сектор экономики знаний и индустрия знаний. Человеческий капитал в развитых странах стал главным производительным фактором роста и развития индустрии знаний. Его удельный вес составляет до 80% их национального богатства. Ведущие страны мира с инновационной экономикой создали благоприятные для быстрого воплощения идей ученых и инноваторов в конкурентоспособную продукцию и высокие технологии. Высокие инвестиции в человеческий капитал обеспечивают им лидерство в науке, образовании, медицине, высоких технологиях и в индустрии знаний. Развитые страны значительно опережают другие страны по стоимости и качеству накопленного национального человеческого капитала, по уровню и качеству жизни, в основных рейтингах по ВВП и ВНД на душу населения, по конкурентоспособности экономик, индексу экономической свободы и других.

2. Развивающиеся страны – страны с индустриальным укладом экономики и обществом. В литературе развивающиеся страны, ставящие своей целью догнать по уровню развития и качеству ведущие страны мира, называют странами с догоняющими экономиками. В их число входят Китай, Бразилия, Россия, Мексика, Турция, Пакистан, Чили, Малайзия, Аргентина, Индонезия, Колумбия, Казахстан и другие страны.

3. Слаборазвитые страны — это наиболее бедные страны мира (в основном страны Центральной и Западной Африки, Мьянма, Йемен, Монголия, Бангладеш, Афганистан и другие страны).

Вопросы для обсуждения

1. Что понимается под экономическим ростом и экономическим развитием, как связаны между собой данные процессы? Возможно ли наличие экономического роста без экономического развития и обратная ситуация?

2. В чем отличия прямых и косвенных факторов экономического роста? Приведите примеры прямых и косвенных факторов экономического роста.

3. Какие факторы обеспечивают экстенсивный и интенсивный экономический рост?

4. Как степень встроенности страны в мировую экономику, уровень коррупции и личной свободы влияют на уровень и качество жизни населения и связаны с уровнем социально-экономического развития?

5. Как формируются интегральные показатели? Чем объясняется необходимость нормализации частных индикаторов? В каком случае не требуется нормализация частных индикаторов при формировании интегрального показателя?

6. Чем обосновано применение нелинейной нормализации при оценке индекса дохода индекса человеческого развития? С чем связано применение среднего геометрического значения при оценке индекса человеческого развития?

7. Как равномерность распределения доходов влияет на качество жизни населения и уровень социально-экономического развития?

Темы докладов

1. Индикатор подлинного прогресса: содержание, методика расчета, преимущества и недостатки показателя.

2. Суверенные кредитные рейтинги страны как показатели социально-экономического развития: содержание и принципы формирования.

3. Человеческий капитал как фактор экономического развития: содержание, формирование и методы оценки стоимости человеческого капитала.

4. Оценка динамики развития мировой экономики за период 2000–2018 гг.

5. Оценка динамики социально-экономического развития России за период 2000–2018 гг.

Практические задания

Задание 1

Производственная функция экономики страны записывается формулой: $Y = AK^{0,4}L^{0,6}$, где A – общая производительность факторов производства, K – объем капитальных ресурсов; L – объем трудовых ресурсов. Как называется такой вид производственной функции, каковы ее особенности, что можно сказать о степени взаимозаменяемости экономических ресурсов? Определите темпы роста экономики, если капитал растет с темпом 5 %, занятые – 1 % в год, а общая производительность факторов с темпом 2 % в год.

Задание 2

Производственная функция экономики страны записывается формулой: $Y = AK^{0,4}L^{0,5}$, где A – общая производительность факторов производства, K – объем капитальных ресурсов; L – объем трудовых ресурсов. Каким типом отдачи от масштаба национальной экономики характеризуется

данная функция, чем его можно объяснить? Определите, на сколько процентов должен увеличиться объем трудовых ресурсов в экономике, чтобы обеспечить прирост ВВП на 6 %, если капитал вырос на 5 %, а общая производительность факторов – на 2 %.

Задание 3

В табл. 3 представлены данные о ВВП и численности населения России.

Таблица 3

ВВП и численность населения России

Показатель	2011	2016
Валовой внутренний продукт в ценах 2011 г., млрд руб.	60 282,5	62 337,6
Численность населения, млн чел.	142,9	146,5

Источник: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru.

Определите темпы роста данных показателей за период 2011–2016 гг., на основании полученных результатов сделайте вывод об изменении значения показателя ВВП на душу населения? Рассчитайте значения Валового внутреннего продукта в фиксированных ценах в 2011 и 2016 гг. Проведите факторный анализ изменения ВВП на душу населения, каково влияние изменения ВВП и численности населения на динамику данного показателя?

Задание 4

В табл. 4 представлены данные о численности занятых и производительности труда в России.

Таблица 4

Среднегодовая численность занятых и производительность труда в России

Показатель	2014	2015
Среднегодовая численность занятых, млн чел.	67,8	68,4
Средняя производительность труда в ценах 2011 г., тыс. руб.	945,0	912,9

Источник: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru.

Определите величину ВВП в ценах 2011 г. Как изменился данный показатель за рассматриваемый период, каково влияние интенсивных и экстенсивных факторов экономического роста?

Задание 5

При сопоставлении стран по уровню социально-экономического развития и объему ВВП, можно встретить различные оценки размера национальной экономики. Номинальный ВВП стран рассчитан по текущему обменному курсу, а ВВП, рассчитанный по паритету покупательной способности, характеризует реальный объем производства в стране. Паритет покупательной способности – соотношение двух или нескольких денежных единиц, валют разных стран, устанавливаемое по их покупательной способности применительно к определённому набору товаров и услуг. В табл. 5 представлены данные Международного валютного фонда по размерам ведущих экономик мира в 2017 г.

Таблица 5

Сопоставление ведущих стран мира по величине ВВП

Номинальный ВВП, млрд долл.			ВВП, рассчитанный по паритету покупательной способности, млрд долл.		
1	США	19 391	1	Китай	23 190
2	Китай	12 015	2	США	19 485
3	Япония	4872	3	Индия	9597
4	Германия	3685	4	Япония	5427
5	Великобритания	2625	5	Германия	4199
6	Индия	2611	6	Россия	4027
7	Франция	2584	7	Бразилия	3255
8	Бразилия	2055	8	Индонезия	3250
9	Италия	1938	9	Великобритания	2930
10	Канада	1652	10	Франция	2854
11	Россия	1578	11	Мексика	2464
12	Республика Корея	1538	12	Италия	2324
13	Австралия	1380	13	Турция	2186
14	Испания	1314	14	Республика Корея	2035
15	Мексика	1149	15	Испания	1778

Источник: Международный валютный фонд. – Режим доступа:
<https://www.imf.org/external/index.htm>

1. Экономики каких стран в большей мере оказываются недооцененными при оценке номинального ВВП, что их объединяет? В каких случаях целесообразно сравнение экономик мира по номинальному ВВП, а в каких по паритету покупательной способности?

2. Подписанный президентом Владимиром Путиным 7 мая 2018 года указ о «национальных целях и стратегических задачах» страны до 2024 года определил одной из задач правительства «вхождение Российской Федерации в число пяти крупнейших экономик мира». Как следует понимать данную задачу в контексте представленного сопоставления стран?

Задание 6

В табл. 6 представлены данные по Российской Федерации, необходимые для расчета индекса человеческого развития. Как рассчитывается данный показатель и какие факторы он учитывает, каковы преимущества и недостатки ИЧР в качестве показателя оценки качества жизни населения?

Таблица 6

Данные для расчета индекса человеческого развития РФ

Показатель	2010	2015
Ожидаемая продолжительность жизни, лет	67,2	70,3
Средняя продолжительность обучения населения, лет	8,8	12,0
Ожидаемая продолжительность обучения населения, лет	14,1	15,0
ВНД на душу населения по ППС, тыс. долл. США	15 258	23 286

Источник: Human Development Reports. – Режим доступа: <http://hdr.undp.org/en>

Рассчитайте значения индекса человеческого развития России в 2010 и 2015 гг. Что можно сказать об изменении качества жизни в России? Проведите факторный анализ изменения индекса человеческого развития, каково абсолютное и относительное влияние изменения продолжительности жизни, образования и доходов на индекс человеческого развития?

Задание 7

В табл. 7 представлены данные о распределении общего объема денежных доходов по группам населения в России в 2000 и 2017 гг.

Таблица 7

Распределении общего объема денежных доходов
по группам населения в России

Год	Денежные доход всего	В том числе по 20-процентным группам населения, в %:				
		первая (с наименьшими доходами)	вторая	третья	четвертая	пятая (с наибольшими доходами)
2000	100	5,9	10,4	15,1	21,9	46,7
2017	100	5,4	10,1	15,1	22,6	46,8

Источник: Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru.

Что можно сказать о дифференциации денежных доходов в России, как она изменилась за рассматриваемый период? Каково отношение доходов первой группы к доходам пятой группы, как его можно

проинтерпретировать? Постройте кривую Лоренца по данным за 2017 г., что она показывает? Рассчитайте коэффициент Джини за 2000 г. и 2017 г., поясните результаты анализа дифференциации денежных доходов.

Задание 8

Проведите анализ возможных изменений внешней и внутренней среды России исходя из двух критериев: влияния на социально-экономическое развитие и риска возникновения. Заполните табл. 8. Какие изменения представляют наибольшую угрозу развития, а какие обеспечивают наибольшие возможности? Как данные факторы можно учесть при составлении прогноза социально-экономического развития и реализации государственной экономической политики?

Таблица 8

Матрица факторов социально-экономического развития России

Влияние на социально-экономическое развитие РФ	Риск возникновения (изменения)		
	Высокий	Средний	Низкий
Значительное			
Умеренное			
Незначительное			

2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

2.1. Понятие и структура временных рядов

Аналитику часто приходится иметь дело с данными, представляющими собой историю изменения различных объектов во времени. Такого рода данные называются временными рядами. Именно они вызывают наибольший интерес с точки зрения множества задач анализа и прогнозирования.

Временной ряд представляет собой последовательность наблюдений за изменениями во времени значений параметров некоторого объекта или процесса.

Различают непрерывные и дискретные временные ряды. Временной ряд называется непрерывным если его значения определены и зафиксированы в любой момент времени (например, данные о сейсмической активности, регистрируемые в реальном времени). Дискретный временной ряд определен в некоторых, обычно равноотстоящих моментах времени. Отсчеты могут браться через различные промежутки: через минуту, час, день, неделю, месяц или год – в зависимости от того, насколько детально должен быть проанализирован процесс (например, данные об индексе потребительских цен в стране, регистрируемые на ежемесячной основе).

В задачах анализа временных рядов мы имеем дело с дискретным временем, когда каждое наблюдение за параметром образует временной отсчет. Все временные отсчеты нумеруются в порядке возрастания. Тогда временной ряд будет представлен в следующем виде: $X = \{x_1, x_2 \dots x_n\}$.

Временные ряды бывают одномерные и многомерные. Одномерные ряды содержат наблюдения за изменением только одного параметра исследуемого процесса или объекта, а многомерные – за двумя или более параметрами.

Значения временного ряда получаются путем регистрации соответствующего параметра исследуемого процесса через определенные промежутки времени. При этом в зависимости от природы данных и характера решаемых задач регистрируются либо текущее значение (например, температура или курс валюты), либо сумма значений, накопленная за определенный интервал времени (например, сумма продаж за день, количество клиентов за неделю и т. д.). В последнем случае может использоваться не только суммирование, но и среднее значение за интервал, минимальное, максимальное значения или медиана. Так, исследователя может интересовать средний объем продаж за неделю, максимальный курс доллара к рублю, минимальная температура за месяц и т. д.

При изучении временного ряда аналитик должен на основе некоторого отрезка ряда конечной длины сделать выводы о характере и

закономерностях процесса, который описывается данным рядом. Наиболее часто в ходе анализа временных рядов решаются следующие задачи:

- описание характеристик и закономерностей ряда, на основе этого описания могут быть выявлены свойства соответствующих бизнес-процессов;

- моделирование – построение модели исследуемого процесса;

- прогнозирование – предсказание будущих значений временного ряда;

- управление – зная свойства временных рядов, можно выработать методы воздействия на соответствующие бизнес-процессы для управления ими.

Наиболее востребованными в бизнес-аналитике являются задачи моделирования и прогнозирования. Они взаимосвязаны: чтобы составить прогноз нужно построить соответствующую модель, проверить степень ее адекватности и правильно применить к имеющимся наблюдениям.

Любой экономический процесс разрабатывается и направляется осмысленно в соответствии с теми или иными целями, поэтому в его поведении должны присутствовать определенные закономерности. Некоторые процессы протекают равномерно, не отклоняясь от намеченных показателей. Например, завод должен производить ровно столько изделий, сколько требуется заказчикам, поэтому, если спрос стабильный, то и производство необходимо поддерживать на одном уровне. Увеличивать или снижать его нет смысла, поскольку в первом случае будет иметь место работа «на склад», а во втором – упущенная прибыль и потерянные заказчики. Если спрос устойчиво возрастает с течением времени, то и производство должно наращиваться пропорционально. Если спрос характеризуется периодичностью, вызванной сезонными колебаниями, то и производство должно подстраиваться под них.

Таким образом, в любом социально-экономическом процессе присутствует определенная закономерность, способствующая достижению его целей. Она прослеживается и в соответствующих временных рядах. Но любой процесс сталкивается с воздействием различных случайных факторов. Диапазон таких факторов очень широк – от стихийных бедствий и пожаров до банального хищения на складе готовой продукции. Общим свойством всех случайных факторов является то, что они не поддаются прогнозированию и вносят во временные ряды изменения, не соответствующие их основным закономерностям.

Можно выделить две составляющие временного ряда – закономерную (детерминированную) и случайную (стохастическую).

Закономерная (детерминированная) составляющая временного ряда – последовательность значений, элементы которой могут быть вычислены в

Зная функцию, описывающую закономерность, в соответствии с которой развивается исследуемый процесс, мы можем вычислить значение детерминированной составляющей в любой момент времени. Например, если спрос на товары и услуги фирмы имеет устойчивую тенденцию к росту по линейному закону, то его можно приближенно описать функцией $d(t) = a + b \times t$, где a и b – константы. Подставляя в эту формулу время, для которого требуется определить значение процесса, мы можем вычислить нужное значение, это упрощенная ситуация и обычно реальные процессы описываются более сложными законами.

Случайная (стохастическая) составляющая временного ряда – последовательность значений, которая является результатом воздействия на исследуемый процесс случайных факторов. Случайная составляющая и ее влияние на временной ряд могут быть оценены только с помощью статистических методов. Пример соотношения детерминированной и случайной составляющих представлен на рисунке 3.

Случайная составляющая не существует отдельно от детерминированной. Она проявляется только как результат воздействия набора случайных факторов на исследуемый процесс и обычно выражается в повышенной изменчивости временного ряда, а также в отклонении значений детерминированной составляющей. Проще говоря, результирующее значение временного ряда – это результат взаимодействия детерминированной и случайной составляющей.



Рис.3. Детерминированная и случайная составляющие динамики Индекса РТС

Количество разнообразных процессов в экономике, управлении, бизнесе, социальной и государственной сфере весьма велико, и поведение

Количество разнообразных процессов в экономике, управлении, бизнесе, социальной и государственной сфере весьма велико, и поведение временных рядов, описывающих эти процессы, может существенно различаться. Поэтому для описания поведения временных рядов были введены три компоненты, своего рода типовые структуры, которые можно выделить во временном ряду, – тренд, сезонная компонента и циклическая компонента (рис. 4).

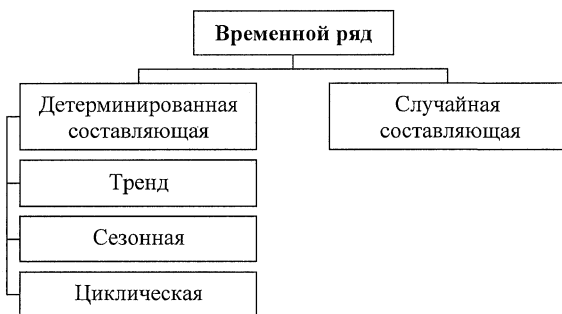


Рис. 4. Композиционная структура временного ряда

Тренд – наиболее важная компонента временного ряда. Именно с выделения тренда чаще всего и начинается анализ временного ряда. *Тренд* – медленно меняющаяся компонента временного ряда, которая описывает влияние на временной ряд долговременно действующих факторов, вызывающих плавные и длительные изменения ряда.

Среди всех факторов, влияющих на социально-экономические процессы, выделяются быстродействующие и медленнодействующие. Быстродействующие факторы, такие как стихийное бедствие, «обвал» фондового рынка и т. д., могут изменить ситуацию в течение нескольких дней или даже часов. Медленнодействующие факторы могут изменять ситуацию в течение нескольких месяцев и даже лет. Так, если наблюдается постепенный отток рабочей силы из региона, то она становится дефицитной и, чтобы привлечь квалифицированные кадры, работодатели вынуждены повышать заработную плату, что отражается на цене товаров и услуг. Однако этот процесс может длиться годы. И хотя на протяжении отдельных интервалов времени эти показатели могут колебаться (например, под действием других факторов), в целом тенденция будет сохраняться. Именно такие закономерности в рядах данных и позволяет выявить тренд.

Чтобы представить характер тренда, обычно бывает достаточно взглянуть на график временного ряда. Для описания тренда используются

различные модели, наиболее популярными из которых являются следующие.

1. *Простая линейная модель*: $t_i = a + b \cdot i$. Несмотря на свою простоту, линейная модель тренда часто оказывается полезной при решении реальных задач анализа, поскольку многие процессы линейны по своей природе.

2. *Экспоненциальная модель*: $t_i = \exp(a + b \cdot i)$. Используется в случаях, когда процесс характеризуется равномерным увеличением темпов роста.

3. *Полиномиальная модель*: $t_i = a + b_1 \cdot i + b_2 \cdot i^2 + \dots + b_n \cdot i^n$. Используется для описания сложных процессов с изменчивой динамикой тренда, в большинстве реальных задач степень полинома не превышает 5.

Многим процессам свойственна повторяемость во времени, причем периодичность таких повторений может изменяться в очень широком диапазоне. Например, для экономики стран и регионов характерны подъемы и спады, которые могут длиться десятилетиями. В супермаркете продажи ежедневно увеличиваются в вечернее время, когда люди идут с работы. Спрос на туристические путевки, авиа- и железнодорожные билеты существенно возрастает в сезон отпусков. Подобных примеров можно привести множество.

Очевидно, что для описания таких периодических изменений, присутствующих во временных рядах, тренд непригоден. Поэтому вводится еще одна компонента, называемая сезонностью, или сезонной компонентой.

Сезонная компонента — составляющая временного ряда, описывающая регулярные изменения его значений в пределах некоторого периода и представляющая собой последовательность почти повторяющихся циклов.

Сезонная компонента может быть привязана к определенному календарному временному интервалу: дню, неделе, кварталу, месяцу или году — либо к какому-нибудь событию, которое прямо не соотносится с конкретными календарными интервалами. Сезонную компоненту с изменяющимся периодом иногда называют «плавающей».

Утверждать, что сезонная компонента описывается периодической функцией, было бы неверно. Понятно, что регулярно повторяющиеся всплески продаж, образующие сезонную компоненту, не будут воспроизводиться абсолютно точно (как, например, значения функций синуса или косинуса). Тем не менее сезонная компонента обычно хорошо прослеживается на графике временного ряда.

Временные ряды содержат изменения, слишком плавные и заметные для случайной составляющей. В то же время такие изменения нельзя отнести ни к тренду, поскольку они не являются достаточно протяженными, ни к сезонной компоненте, поскольку они не являются регулярными. Подобные изменения называются циклической компонентой

временного ряда. Она занимает промежуточное положение между детерминированной и случайной составляющими временного ряда.

Циклическая компонента временного ряда – интервалы подъема или спада, которые имеют различную протяженность, а также различную амплитуду расположенных в них значений.

Наличие в рядах данных циклических компонент связано с тем, что в пределах интервалов более глобальных изменений (например, сезонных) могут наблюдаться не имеющие периодичности временные подъемы и спады, которые, в отличие от сезонной компоненты, не вызваны действием случайных факторов, а являются особенностями процессов и обусловлены общеэкономической ситуацией. На графике циклическая компонента выглядит как плавные волнообразные флуктуации вокруг тренда.

Выделить во временных рядах циклическую компоненту формальными методами довольно сложно. Обычно для этого используют информацию из других временных рядов, которые связаны с исследуемым. Например, объяснить колебания ряда в пределах сезонных интервалов можно инфляцией, изменениями на рынке трудовых ресурсов и т. д. Но для этого необходимо привлечь соответствующую информацию. Изучение циклической компоненты часто оказывается полезным для прогнозирования, особенно краткосрочного.

Таким образом, временной ряд можно представить, как композицию, состоящую из случайной и детерминированной составляющей. Детерминированная составляющая, в свою очередь, содержит три компоненты – тренд, сезонную и циклическую.

Различают два типа взаимодействия компонентов временных рядов:

- аддитивное – значения временного ряда получаются как результат сложения компонент;
- мультипликативное – значения временного ряда получаются как результат умножения компонент.

Соответственно модели временных рядов также бывают аддитивные и мультипликативные. Аддитивная модель имеет вид:

$$x_i = d_i + p_i,$$

где x_i – значение временного ряда; d_i – детерминированная составляющая; p_i – стохастическая составляющая; $i = 1 \dots n$ – номер временного отсчета.

Мультипликативная модель имеет вид:

$$x_i = d_i \cdot p_i.$$

Очень важно знать характер взаимодействия детерминированной и случайной составляющих, поскольку методика анализа временных рядов зависит от используемой модели.

С учетом указанных компонент детерминированная составляющая ряда может быть записана в следующих видах:

$$d_i = t_i + s_i + c_i,$$

$$d_i = t_i \cdot s_i \cdot c_i,$$

где t_i – тренд; s_i – сезонная компонента; c_i – циклическая компонента.

2.2. Понятие и методы прогнозирования

Прогнозирование – это процесс разработки прогноза; научное исследование перспектив развития какого-либо объекта или процесса.

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

Выбор метода прогнозирования при решении определенной (исследовательской) задачи должен обеспечить функциональную полноту, достоверность, точность прогноза 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).

Различают формализованные и эвристические методы прогнозирования (рис. 5). Первые (формализованные) опираются на данные и аналитические техники. Вторые (субъективные) основаны на суждениях (оценках) экспертов.

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, например, сценарный метод.

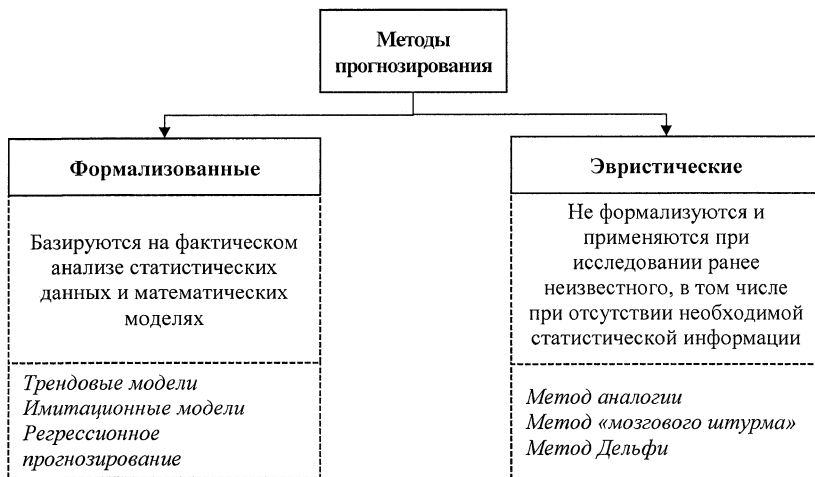


Рис. 5. Методы прогнозирования

В современной аналитике главным инструментом прогнозирования являются прогностические модели. От того, насколько модель прогноза адекватна условиям, насколько полно в ней учитываются внешние и внутренние факторы, воздействующие на те или иные процессы, зависит точность и достоверность прогноза.

Структура прогностической модели похожа на структуры моделей, используемых для решения других задач анализа, например, распознавания, идентификации т. д. Модель прогноза отличается только характером используемых данных и алгоритмами их обработки. Обобщенная структура прогностической модели представлена на рис. 6.

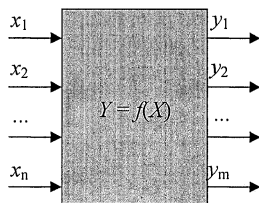


Рис. 6. Обобщенная модель прогноза

Исходные данные для прогноза образуют набор входных переменных $x_i (i = 1 \dots n)$, прогнозируемые величины образуют набор выходных переменных $y_i (i = 1 \dots m)$, входные значения – наблюдения за развитием процесса в прошлом, а выходные – прогнозируемые значения процесса в

будущем. При этом временные интервалы прошлых наблюдений и временные интервалы, по которым требуется получить прогноз, должны соответствовать друг другу. Кроме того, количество наблюдений за историей развития процесса в прошлом, на основе которого строится прогноз, должно быть больше, чем число прогнозируемых интервалов, то есть $n > m$. Иначе говоря, если мы хотим получить прогноз на неделю, то для этого должны взять наблюдения за несколько прошедших недель.

Экстраполяция представляет собой попытку распространить закономерность поведения некоторой функции из интервала, в котором известны ее значения, за его пределы. Иными словами, если значения функции $f(x)$ известны в некотором интервале $[x_0; x_n]$, то целью экстраполяции является определение наиболее вероятного значения в точке x_{n+1} .

Экстраполяция применима только в тех случаях, когда функция $f(x)$ (а соответственно, и описываемый с ее помощью временной ряд) достаточно стабильна и не подвержена резким изменениям. Если это требование не выполняется, скорее всего, поведение функции в различных интервалах будет подчиняться разным закономерностям.

К существенным факторам, определяющим эффективность применения метода экстраполяции, относится надежность данных, лежащих в основе анализа. Экстраполяция тенденций получила широкое применение в нормативном прогнозировании. В частности, с помощью этого метода устанавливается, можно ли используя существующие технологии, достичь заданных производственных или других показателей.

2.3. Упрощенные методы прогнозирования временных рядов

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.

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:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 \leq \rho^2,$$

где $\sigma_{\text{ост}}^2$ – остаточная дисперсия; ρ^2 – мера разброса прироста:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n},$$

$$\rho^2 = \frac{\sum_{t=1}^n \Delta_t^2}{n},$$

где y_t – фактические значения уровней ряда; \hat{y}_t – теоретические значения уровней ряда, выравненные методом абсолютного прироста; Δ_t – цепные абсолютные приросты исходного ряда динамики.

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

$$\hat{y}_{n+k} = y_n + k\bar{\Delta},$$

$$\bar{\Delta} = \frac{y_n - y_1}{n - 1},$$

где y_n – последний уровень исходного ряда динамики; k – период упреждения (горизонт прогнозирования); $\bar{\Delta}$ – средний абсолютный прирост.

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.

В табл. 9 представлены данные о средней продолжительности жизни в Челябинской области в 2010–2016 гг., построим прогноз динамики численности населения в 2017–2018 гг.

Таблица 9

Расчетная таблица для определения прогнозных значений
методом среднего абсолютного прироста

Год	Средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении (y_t), число лет	Прирост продолжительности жизни (Δ), число лет	Теоретические значения уровня ряда (\hat{y}_t), число лет	$(y_t - \hat{y}_t)^2$	Δ_t^2
2010	68,41	–	68,41	0,00	–
2011	68,79	0,38	68,76	0,00	0,14
2012	68,97	0,18	69,11	0,02	0,03
2013	69,52	0,55	69,46	0,00	0,30
2014	69,71	0,19	69,80	0,01	0,04
2015	69,90	0,19	70,15	0,06	0,04
2016	70,50	0,60	70,50	0,00	0,36
Σ	–	–	–	0,10	0,91

Рассчитаем средний абсолютный прирост:

$$\bar{\Delta} = \frac{70,50 - 68,41}{7 - 1} = 0,348.$$

Определим теоретические значения уровней ряда:

$$\hat{y}_2 = y_1 + 1 \cdot \bar{\Delta} = 68,41 + 0,348 = 68,76,$$

$$\dots$$

$$\hat{y}_7 = y_1 + 6 \cdot \bar{\Delta} = 68,41 + 6 \cdot 0,348 = 70,50.$$

Определим остаточную дисперсию и меру разброса прироста:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{0,10}{7} = 0,014,$$

$$\rho^2 = \frac{0,91}{7} = 0,13.$$

Неравенство $\sigma_{\text{ост}}^2 \leq \rho^2$ выполняется.

Определим прогнозные значения продолжительности жизни в Челябинской области:

$$2017: \hat{y}_8 = y_7 + 1 \cdot \bar{\Delta} = 70,50 + 0,348 = 70,848,$$

$$2018: \hat{y}_9 = y_7 + 2 \cdot \bar{\Delta} = 70,50 + 2 \cdot 0,348 = 71,196.$$

Фактические и прогнозируемые значения ожидаемой продолжительности жизни представлены на рис. 7.

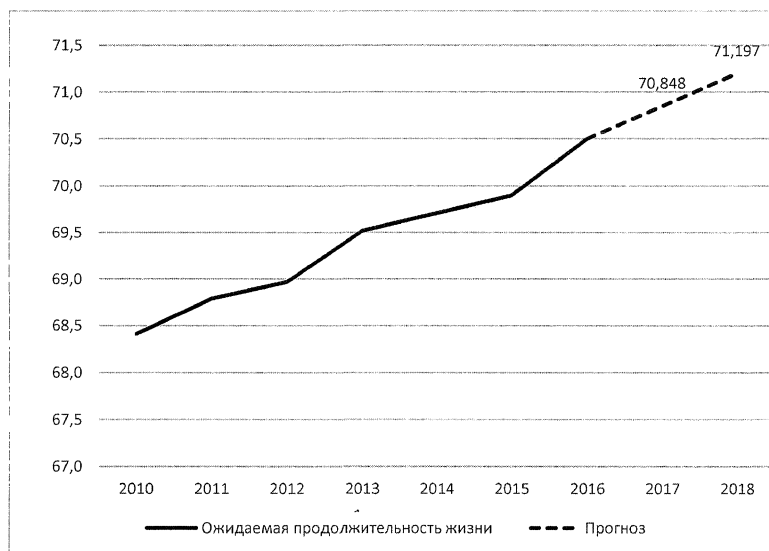


Рис. 7. Прогноз ожидаемой продолжительности жизни при рождении в Челябинской области, полученный методом абсолютного прироста, число лет

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:

$$\hat{y}_{n+k} = y_n \cdot \bar{T}^k,$$

где y_n – последний уровень исходного ряда динамики (для перспективного прогноза) или уровень, принятый за базу экстраполяции; \bar{T} – средний темп роста, который определяется как:

$$\bar{T} = \sqrt[n]{T_1 \cdot T_2 \cdot \dots \cdot T_n},$$

где T – темп роста (коэффициент роста) исходного ряда.

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.

В табл. 10 представлены данные об объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по виду деятельности добыча полезных ископаемых в текущих ценах в Челябинской области в 2010–2016 гг., построим прогноз динамики данного показателя в 2017–2018 гг.

Таблица 10

Расчетная таблица для определения прогнозных значений
методом среднего темпа роста

Год	Объем отгруженных товаров собственного производства по виду деятельности добыча полезных ископаемых в текущих ценах (y_t), млн руб.	Темп роста объема отгруженных товаров (T_t)
2010	18 253	–
2011	22 603	1,238
2012	27 607	1,221
2013	31 438	1,139
2014	36 862	1,173
2015	57 432	1,558
2016	67 340	1,173

Рассчитаем средний темп роста за период 2010–2016 гг.:

$$\bar{T} = \sqrt[6]{1,238 \cdot 1,221 \cdot 1,139 \cdot 1,173 \cdot 1,558 \cdot 1,173} = 1,243.$$

Определим прогнозные значения объема отгруженных товаров в Челябинской области:

$$2017: \hat{y}_8 = y_7 \cdot \bar{T}^1 = 67\,340 \cdot 1,243 = 83\,704,$$

$$2018: \hat{y}_9 = y_7 \cdot \bar{T}^2 = 67\,340 \cdot 1,243^2 = 104\,044.$$

Фактические и прогнозируемые значения объема отгруженных товаров представлены на рис. 8, очевидно, что динамика данного показателя может быть описана нелинейной функцией.

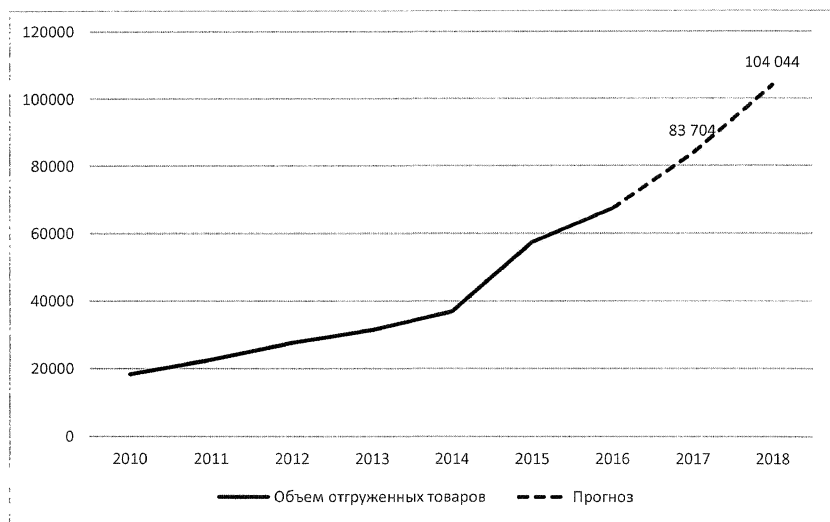


Рис.8. Прогноз объема отгруженных товаров по виду деятельности добыча полезных ископаемых в Челябинской области, полученный методом среднего темпа роста, млн руб.

Прогнозирование на основе метода экспоненциального сглаживания

Метод экспоненциального сглаживания наиболее эффективен при разработке среднесрочных прогнозов. Он приемлем при прогнозировании только на один период вперед. Его основные достоинства простота процедуры вычислений и возможность учета весов исходной информации. Общая модель прогноза имеет вид:

$$\begin{aligned} \hat{y}_1 &= y_1, \\ \hat{y}_t &= \hat{y}_{t-1} + \alpha(y_{t-1} - \hat{y}_{t-1}), \\ t &\neq 1, \\ 0 &< \alpha < 1, \end{aligned}$$

где y_t — фактическое значение исследуемого показателя; \hat{y}_t — экспоненциально взвешенное среднее (прогнозное) значение; α — параметр сглаживания.

От величины параметра сглаживания зависит, как быстро снижается вес влияния предшествующих наблюдений. Чем больше α , тем меньше сказывается влияние предшествующих значений. Если α близко к единице, то это приводит к учету при прогнозе в основном влияния лишь последних

наблюдений. Если значение α близко к нулю, то веса, по которым взвешиваются уровни временного ряда, убывают медленно, т.е. при прогнозе учитываются все (или почти все) прошлые наблюдения.

Точного метода для выбора оптимальной величины параметра сглаживания α нет. В отдельных случаях автор данного метода профессор Браун предлагал определять величину α , исходя из длины интервала сглаживания. При этом α вычисляется по формуле:

$$\alpha = \frac{2}{n + 1},$$

где n – число наблюдений, входящих в интервал сглаживания.

В табл. 11 представлены данные о численности безработных в Челябинской области в 2010–2016 гг., построим прогноз значения данного показателя в 2017 г.

Таблица 11

Расчетная таблица для определения прогнозных значений
методом экспоненциального сглаживания

Год	Численность безработных (y_t), тыс. чел.	Экспоненциально взвешенное среднее значение численности безработных (\hat{y}_t), тыс. чел.
2010	139,9	139,9
2011	124,3	139,9
2012	120,2	136,0
2013	113,3	132,1
2014	116,1	127,4
2015	129,4	124,5
2016	130,5	125,8
2017	–	126,9

Определим значение параметра сглаживания:

$$\alpha = \frac{2}{7 + 1} = 0,25.$$

Рассчитаем экспоненциально взвешенное среднее значение численности безработных:

$$2010: \hat{y}_1 = y_1 = 139,9,$$

$$2011: \hat{y}_2 = \hat{y}_1 + \alpha(y_1 - \hat{y}_1) = 139,9 + 0,25(139,9 - 139,9) = 139,9,$$

$$2012: \hat{y}_3 = \hat{y}_2 + \alpha(y_2 - \hat{y}_2) = 139,9 + 0,25(124,3 - 139,9) = 136,0,$$

...

$$2017: \hat{y}_8 = \hat{y}_7 + \alpha(y_7 - \hat{y}_7) = 125,8 + 0,25(130,5 - 125,8) = 126,9.$$

Фактические и прогнозируемые значения численности безработных представлены на рис. 9.

Кроме упрощенных статистических методов прогнозирования временных рядов в практике государственного управления активно

применяются эконометрические методы, которые будут более подробно рассмотрены в разделе 3 данного учебного пособия.

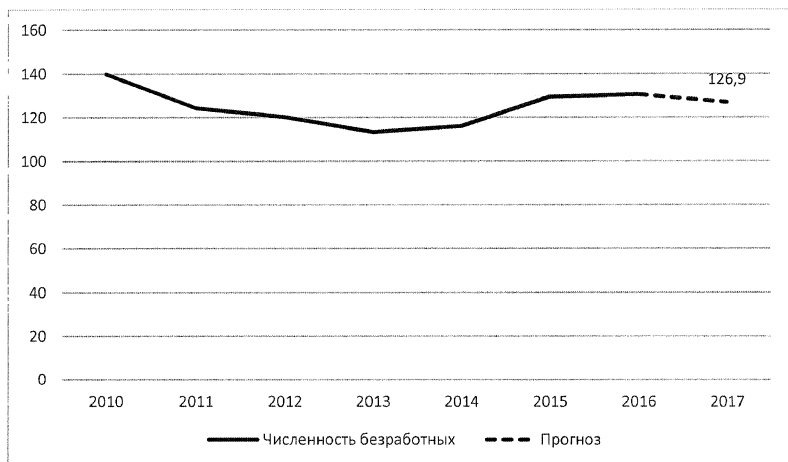


Рис. 9. Прогноз численности безработных в Челябинской области, полученный методом экспоненциального сглаживания, тыс. чел.

Вопросы для обсуждения

1. Что понимается под упорядоченными данными? Как связаны между собой понятия упорядоченных данных и динамика социально-экономических процессов?
2. Каковы основные составляющие и компоненты временного ряда? Что понимается под детерминированной и стохастической составляющей временного ряда?
3. Каковы основные виды трендов? Какова интерпретация параметров линейного и экспоненциального трендов?
4. Чем отличаются сезонные и циклические компоненты временного ряда? Каковы особенности их математического моделирования?
5. Каковы общие виды мультипликативной и аддитивной модели временного ряда? Каковы основные этапы построения мультипликативной и аддитивной моделей временного ряда?
6. С какими целями проводятся выявление и устранение сезонной компоненты временного ряда?

Темы докладов

1. Методы выделения компонентов временного ряда: декомпозиция, скользящие средние, эконометрические фильтры.

2. Обзор международных и отечественных статистических баз показателей социально-экономического развития.

3. Нормативно-правовое обеспечение прогнозирования динамики развития социально-экономических процессов в России.

4. Цель, задачи и инструменты государственного прогнозирования динамики социально-экономического развития в России.

Практические задания

Задание 1

Назовите возможные факторы, определяющие компоненты временных рядов для следующих показателей:

- а) доходы консолидированного бюджета РФ;
- б) объем промышленного производства;
- в) заболеваемость (количество вновь возникших заболеваний на 1000 жителей).

Задание 2

Рассматривается аддитивная модель помесечной динамики добычи угля. Пусть в январе 2019 г. $x_i = 45$ тыс. т, а согласно тенденции должно быть $t_i = 40$ тыс. т. Предположим, что сезонная компонента составила 12 тыс. т. Определите случайную составляющую временного ряда.

Задание 3

Рассматривается мультипликативная модель квартальной выручки предприятия. Предположим, что в четвертом квартале 2018 г. $x_i = 38$ млн руб., а согласно тенденции $t_i = 31$ млн руб. Индекс сезонности для четвертого квартала составил 119,4 %. Определите случайную составляющую временного ряда.

Задание 4

В табл. 12 представлены данные о валовом региональном продукте Челябинской области за период 2010–2016 гг. Определите прогнозные значения показателя на период 2017–2019 гг., полученные на основе методов среднего абсолютного прироста и среднего темпа роста, сравните полученные результаты.

Таблица 12

Динамика валового регионального продукта Челябинской области

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Валовой региональный продукт в основных ценах, млрд руб.	652,9	774,4	842,0	882,3	993,9	1 209,2	1 260,7

Задание 5

В табл.13 представлены данные о числе зарегистрированных преступлений в Челябинской области за период 2010–2016 гг. Определите прогнозное значение показателя на 2018 г., полученное на основе метода экспоненциального сглаживания.

Таблица 13

Динамика числа зарегистрированных преступлений в Челябинской области

Показатель	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Число зарегистрированных преступлений на 100 000 человек населения	2422	2216	2026	1941	1795	2018	1844

3. КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ

3.1. Корреляционный анализ

Задачи корреляционного анализа сводятся к измерению тесноты известной связи между варьирующими признаками, определению неизвестных причинных связей (причинный характер которых должен быть выяснен с помощью теоретического анализа) и оценки факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак.

Корреляция – статистическая взаимосвязь двух или более случайных величин, при которой изменения значений одной или нескольких из этих величин сопутствуют систематическому изменению значений другой или других величин.

Для демонстрации наличия или отсутствия корреляции между двумя переменными используются диаграмма рассеяния.

Диаграмма рассеяния – математическая диаграмма, изображающая значения двух переменных в виде точек на декартовой плоскости. На диаграмме рассеяния каждому наблюдению соответствует точка, координаты которой равны значениям двух каких-то параметров этого наблюдения.

Совокупность точек на диаграмме рассеяния называется полем корреляции. На основании оценки поля корреляции можно выдвинуть гипотезу о наличии и силе статистической зависимости, ее характере (является ли она линейной или имеет нелинейный вид). Кроме того, можно определить тип статистической зависимости.

Положительная статистическая зависимость означает, что рост значений одной переменной сопутствует систематическому увеличению другой. Отрицательная статистическая зависимость означает, что рост значений одной переменной сопутствует систематическому сокращению другой.

На рис. 10 представлен пример диаграммы рассеяния для показателей, имеющих сильную положительную линейную статистическую зависимость. Корреляционное поле имеет вытянутый вид, точки наблюдений располагаются достаточно близко к линии, имеющей возрастающий вид со значительным углом наклона.

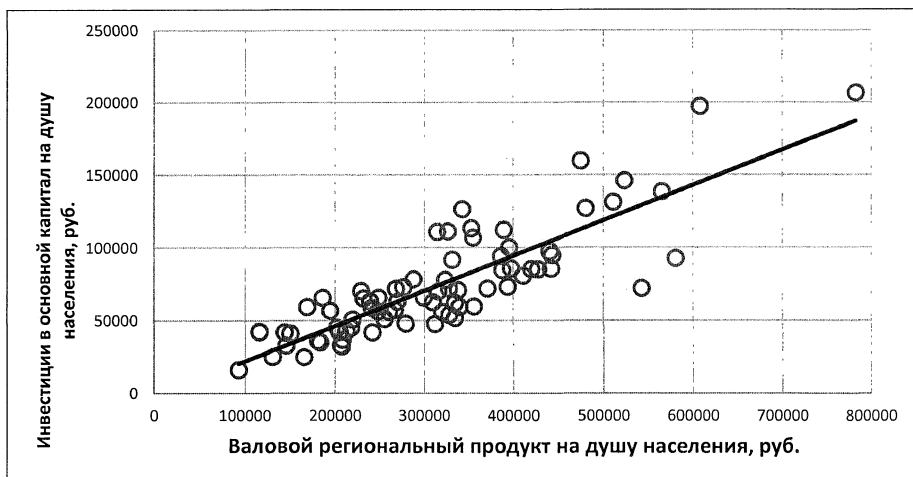


Рис.10. Диаграмма рассеяния показателей с сильной положительной зависимостью

На рис. 11 представлен пример диаграммы рассеяния для показателей, имеющих слабую положительную линейную статистическую зависимость. Точки наблюдений имеют значительный разброс, а линия, которую можно провести через корреляционное поле, имеет незначительный угол наклона, то есть значительные изменения численности собственных легковых автомобилей не сопутствуют значительному систематическому изменению среднемесячной начисленной заработной платы.

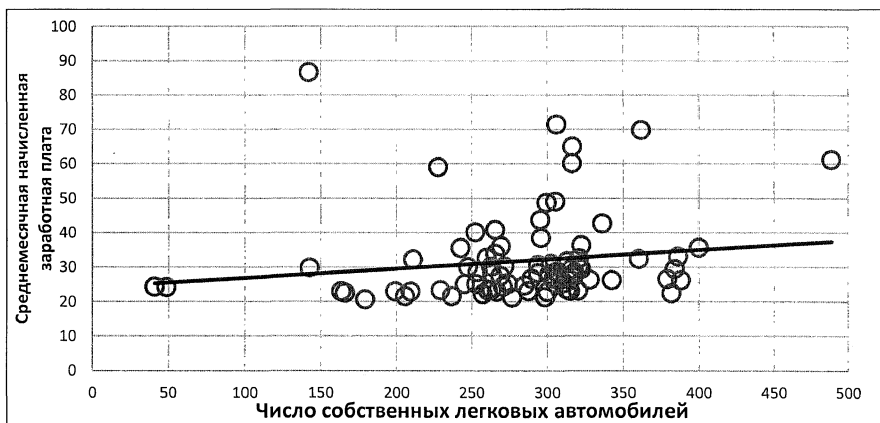


Рис. 11. Диаграмма рассеяния показателей со слабой положительной зависимостью

Математической мерой корреляции двух случайных величин служит коэффициент корреляции.

Метод вычисления коэффициента корреляции зависит от вида шкалы, к которой относятся переменные. Так, для измерения переменных с интервальной и количественной шкалами необходимо использовать коэффициент корреляции Пирсона. Если по меньшей мере одна из двух переменных имеет порядковую шкалу, либо не является нормально распределенной, необходимо использовать ранговую корреляцию Спирмена или Кендалла.

Коэффициент корреляции Пирсона рассчитывается по формуле:

$$r_{XY} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 \sum(Y - \bar{Y})^2}},$$

где \bar{X} и \bar{Y} – среднее значение параметров X и Y .

Свойства коэффициента корреляции

1. Абсолютная величина коэффициента корреляции не превосходит единицы.

2. Если коэффициент корреляции равен нулю, то X и Y не связаны линейной корреляционной зависимостью.

3. Если абсолютная величина коэффициента корреляции равна единице, то наблюдаемые значения признака связаны линейной функциональной зависимостью.

4. Если переменные X и Y умножить на одно и то же число, то коэффициент корреляции не изменится.

5. Знак коэффициента корреляции указывает на тип статистической зависимости (положительная или отрицательная зависимость).

Коэффициент корреляции характеризует тесноту линейной связи между количественными признаками в выборке: чем ближе его значение к 1, тем связь сильнее; чем ближе к 0 – слабее. В зависимости от того, насколько приближается к 1, различают слабую, умеренную и сильную связь, в табл. 14 представлено соотношение значения коэффициента корреляции и интерпретации статистической зависимости.

Таблица 14

Соотношение значения коэффициента корреляции
и интерпретации статистической зависимости

Абсолютное значение коэффициента корреляции	Интерпретация статистической зависимости
от 0 до 0,3	очень слабая
от 0,3 до 0,5	слабая
от 0,5 до 0,7	средняя
от 0,7 до 0,9	высокая
от 0,9 до 1	очень высокая

Если выборка имеет достаточно большой объем и хорошо представляет генеральную совокупность (репрезентативна), то заключение о тесноте линейной зависимости между признаками, полученное по данным выборки, в известной степени может быть распределена и на генеральную совокупность.

Рассчитаем коэффициент корреляции Пирсона для показателей инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб. (X) и валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб. (Y) для регионов Сибирского федерального округа, исходные данные и расчетные значения представлены в табл. 15.

Таблица 15

Исходные данные и расчетные значения для определения значения коэффициента корреляции Пирсона

Регион	X	Y	$X - \bar{X}$	$Y - \bar{Y}$	$(X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})$	$(X - \bar{X})^2$	$(Y - \bar{Y})^2$
Республика Алтай	56,8	194,8	-8,7	-114,6	991,2	74,8	13 131,3
Республика Бурятия	36,9	208,2	-28,6	-101,2	2889,0	815,1	10 239,8
Республика Тыва	41,1	150,3	-24,4	-159,1	3873,9	592,9	25 310,2
Республика Хакасия	55,8	320,1	-9,7	10,7	-103,3	93,1	114,7
Алтайский край	33,0	206,7	-32,5	-102,7	3332,3	1053,0	10 545,6
Забайкальский край	70,3	229,3	4,8	-80,1	-388,4	23,5	6414,7
Красноярский край	138,6	565,3	73,2	255,9	18719,7	5350,9	65 489,1
Иркутская область	85,4	419,9	20,0	110,5	2204,6	398,0	12 212,1
Кемеровская область	62,6	309,6	-2,9	0,2	-0,6	8,1	0,0
Новосибирская область	59,7	356,1	-5,8	46,7	-268,6	33,1	2181,7
Омская область	47,6	312,0	-17,9	2,6	-46,6	318,6	6,8
Томская область	97,6	440,4	32,2	131,0	4211,9	1033,6	17 163,2
Σ	-	-	-	-	35 415,2	9794,9	162 808,9

При расчете значения коэффициента корреляции Пирсона на первом этапе определяются средние значения показателей ($\bar{X} = 65,5$; $\bar{Y} = 309,4$) и отклонения от них, затем рассчитываются их произведения и квадраты.

$$r_{XY} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 \sum(Y - \bar{Y})^2}} = \frac{35415,2}{\sqrt{9794,9 \cdot 16808,9}} = 0,887.$$

В данном случае коэффициент корреляции Пирсона равен 0,887, что указывает на высокую положительную линейную статистическую зависимость между переменными.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена

Расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена предполагает, что каждому наблюдению присваивается ранг R_X и R_Y . Ранги значений расположены в естественном порядке.

На основе полученных рангов R_X и R_Y рассчитываются их разности d и вычисляется коэффициент корреляции Спирмена:

$$p = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

где n – количество наблюдений.

Значение коэффициента меняется от -1 (последовательности рангов полностью противоположны) до $+1$ (последовательности рангов полностью совпадают). Нулевое значение показывает, что признаки независимы.

Рассчитаем коэффициент корреляции Спирмена для показателей инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб. (X) и валовой региональный продукт на душу населения, тыс. руб. (Y) для регионов Сибирского федерального округа, исходные данные и расчетные значения представлены в табл. 16.

Таблица 16

Исходные данные и расчетные значения для определения значения коэффициента ранговой корреляции Спирмена

Регион	X	Y	Ранг X (R_X)	Ранг Y (R_Y)	$d = R_X - R_Y$	d^2
Республика Алтай	56,8	194,8	7	11	-4	16
Республика Бурятия	36,9	208,2	11	9	2	4
Республика Тыва	41,1	150,3	10	12	-2	4
Республика Хакасия	55,8	320,1	8	5	3	9
Алтайский край	33,0	206,7	12	10	2	4
Забайкальский край	70,3	229,3	4	8	-4	16
Красноярский край	138,6	565,3	1	1	0	0
Иркутская область	85,4	419,9	3	3	0	0
Кемеровская область	62,6	309,6	5	7	-2	4
Новосибирская область	59,7	356,1	6	4	2	4
Омская область	47,6	312,0	9	6	3	9
Томская область	97,6	440,4	2	2	0	0
Σ	—	—	—	—	—	70

Коэффициент корреляции Спирмена равен:

$$p = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \cdot 70}{12(12^2 - 1)} = 0,959.$$

Данное значение указывает на очень высокую положительную линейную статистическую зависимость между переменными. В данном примере коэффициент корреляции Спирмена рассчитан для сравнения и существенных оснований для его использования нет, а значит коэффициент корреляции Пирсона точнее характеризует степень статистической зависимости.

3.2. Задачи регрессионного анализа и построение линии регрессии

Регрессия – это технология статистического анализа, целью которой является определение лучшей модели, устанавливающей взаимосвязь между выходной (зависимой) переменной и набором входных (независимых) переменных.

Задачами регрессионного анализа являются выбор типа модели (формы связи), установление степени влияния независимых переменных на зависимую и определение расчётных значений зависимой переменной (функции регрессии).

Задачи регрессионного анализа

1. Измерение параметров уравнения регрессии, выражающего связь средних значений зависимой переменной со значениями независимой переменной (зависимость средних величин результативного признака от значений одного или нескольких факторных признаков).

2. Измерение тесноты связи двух (или большего числа) признаков между собой. Меры тесноты связи измеряют долю вариации результативного признака, которая связана корреляционно с вариацией факторного признака (признаков). Метод корреляционно-регрессионного анализа не может объяснять роли факторных признаков в создании результативного признака.

3. Выделение важнейших факторов, влияющих на вариацию результативного признака в совокупности.

4. Прогнозирование возможных значений результативного признака при задаваемых значениях факторных признаков. Решается путем подстановки ожидаемых, или планируемых значений факторных признаков в уравнение связи и вычисление ожидаемых значений результативного признака.

5. Подготовка данных, необходимых в качестве исходных для решения оптимизационных задач.

В технологиях прогнозирования наиболее широко используется такой вид регрессионной модели, как *обобщенная линейная модель*. Ее

популярность вызвана тем, что многие процессы в государственном управлении, экономике и бизнесе линейны по своей природе. Кроме того, существуют методы, которые позволяют привести нелинейную модель к линейной с минимальными потерями точности.

Задача линейной регрессии заключается в нахождении коэффициентов уравнения линейной регрессии, которое имеет вид:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n,$$

где y – выходная (зависимая) переменная модели; $x_1, x_2 \dots x_n$ – входные (независимые) переменные; b_i – коэффициенты линейной регрессии, называемые также параметрами модели (b_0 – свободный член).

Задача линейной регрессии заключается в подборе коэффициентов b_i уравнения регрессии таким образом, чтобы на заданный входной вектор $X = (x_1, x_2 \dots x_n)$ регрессионная модель формировала желаемое выходное значение y .

В случае прогнозирования входными переменными модели x_i являются наблюдения из прошлого (предикторы), а y – прогнозируемое значение. Для этого строятся различные модели, в которых данные признаки выступают в качестве переменных. Если модель будет корректно отражать зависимость между входными и выходными переменными, то с помощью такой модели можно будет предсказывать значения выходной переменной по заданным значениям входных.

Как правило, реальные процессы в науке, технике, экономике и бизнесе достаточно сложны, и для их описания требуется большое количество переменных, которое может насчитывать и несколько сотен в зависимости от сложности объекта исследования.

Рассмотрим пример парной линейной регрессии. Владелец овощной лавки планирует оптимизировать закупки и для этого собирает статистику, отражающую зависимость объемов продаж от цены, устанавливаемой на продукты. Предполагается, что розничная цена меняется ежемесячно в зависимости от цены, устанавливаемой поставщиком, на которую, в свою очередь, влияют сезонность, качество товара, ситуация на рынке и т. д. Для розничного продавца оценка того, сколько товара он сможет продать за определенную цену, представляет большой интерес. Если такая оценка будет получена, то станет ясно, сколько и каких продуктов потребуется купить, например, на месяц при определенной ценовой ситуации на рынке. Результатом собранных наблюдений явилась зависимость ежемесячных продаж картофеля от установленной цены (табл. 17).

Таблица 17

Зависимость объема продаж от цены

№ месяца	Цена за кг, руб. (x_i)	Количество проданного картофеля, кг (y_i)	Количество проданного картофеля, оцененное с помощью регрессии, кг (\hat{y}_i)
1	13	1000	1323
2	20	600	306
3	17	500	742
4	15	1200	1033
5	16	1000	887
6	12	1500	1469
7	16	500	887
8	14	1200	1178
9	10	1700	1760
10	11	2000	1614

Цель анализа – оценка ожидаемых объемов продаж картофеля в зависимости от установленной цены. Построим модель продаж, где в качестве входной переменной будет использоваться цена, а в качестве выходной – объем продаж. На рис. 12 представлена диаграмма рассеяния исходных данных. Даже простой визуальный анализ показывает наличие отрицательной зависимости между ценой и объемами продаж: с увеличением цены продажи падают. Само по себе это не является неожиданным. Однако с практической точки зрения наибольший интерес представляет количественное описание этой зависимости, а именно – какого падения следует ожидать при увеличении цены за единицу.

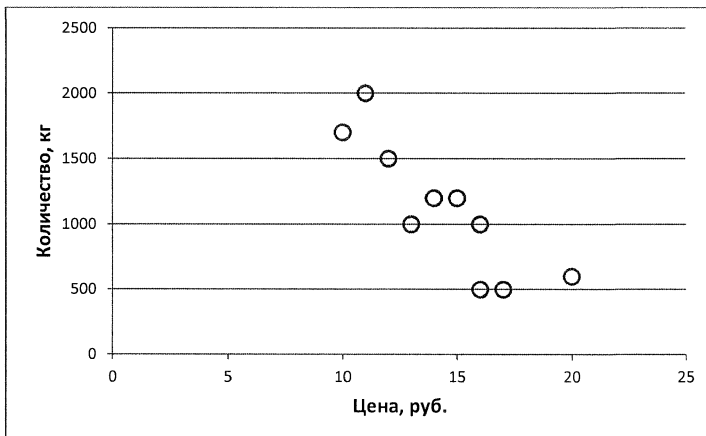


Рис. 12. Наблюдаемая зависимость объемов продаж от установленной цены

Если предположить, что зависимость между переменными линейная, то для построения модели достаточно провести прямую линию, проходящую через облако точек, соответствующих наблюдениям. Тогда наклон линии покажет, насколько уменьшатся продажи при увеличении цены.

Если мы хотим смоделировать зависимость объемов продаж картофеля от цены за килограмм, то нужно построить прямую, каждая точка которой будет представлять собой оценку объемов продаж для заданной цены. Но таких линий можно построить бесконечно много, и только одна из них обеспечит оптимальную оценку объемов продаж. Естественным было бы провести линию таким образом, чтобы рассеяние вдоль нее точек, соответствующих реальным наблюдениям, было минимальным. На практике линию строят так, чтобы сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений от оцененных с помощью данной линейной зависимости была минимальной, то есть:

$$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \rightarrow \min ,$$

где n – число наблюдений; \hat{y}_i – оценка выходного значения для i -го наблюдения, полученная с помощью модели; y_i – реально наблюдаемое значение объема продаж.

Данный метод приближения линейной зависимости между входными и выходными переменными известен как *метод наименьших квадратов* (МНК), а линия, построенная с его помощью, называется *линией регрессии*.

Линия регрессии – это прямая наилучшего приближения для множества пар значений входной и выходной переменной (x, y) , выбираемая таким образом, чтобы сумма квадратов расстояний от точек (x_i, y_i) до этой прямой, измеренных вертикально (то есть вдоль оси y), была минимальна. Уравнение, описывающее линию регрессии, называется *уравнением регрессии*:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x,$$

где \hat{y} – оценка значения выходной переменной; b_0 – коэффициент, определяющий точку пересечения линии с осью y , называемый также *свободным членом*; b_1 – коэффициент определяющий наклон линии относительно оси x (величина, на которую изменяется значение выходной переменной y при изменении входной переменной на единицу – *угловой коэффициент*). Коэффициенты линейного уравнения b_0 и b_1 называются *коэффициентами регрессии*.

Таким образом, задача построения модели линейной регрессии сводится к нахождению коэффициентов b_0 и b_1 для которых сумма квадратов ошибок, то есть разность между реально наблюдаемыми значениями выходной переменной и их оценками была бы минимальна.

Соответствующее уравнение регрессии будет иметь вид:

$$\hat{y} = 3213,6 - 145,4x.$$

Смысл коэффициентов уравнения регрессии следующий: b_0 – это значение выходной переменной при значении входной переменной $x = 0$. Значит, при цене картофеля, равной нулю, оценка объемов продаж составит 3213,6 кг. Однако данная формальная интерпретация явно противоречит здравому смыслу, поскольку если раздавать картофель бесплатно, то купят любое его доступное количество. Такая ситуация возникла из-за того, что в исходной выборке наблюдений отсутствуют значения x , близкие к нулю. Отсюда вытекает одно из ограничений линейной регрессии: линию регрессии (и, соответственно, описывающее ее уравнение) следует считать подходящей аппроксимацией некоторой реальной функции только в том диапазоне изменений входной переменной x , в котором распределяются исходные наблюдения. В противном случае результаты могут оказаться непредсказуемыми.

Значение коэффициента наклона линии регрессии b_1 , можно интерпретировать как среднюю величину изменения значения выходной переменной при изменении значения входной переменной на единицу. В нашем примере это означает, что при увеличении цены за один килограмм картофеля на одну денежную единицу следует ожидать уменьшения спроса в среднем на 145,4 кг. Линия регрессии для найденного нами уравнения представлена на рис. 13.

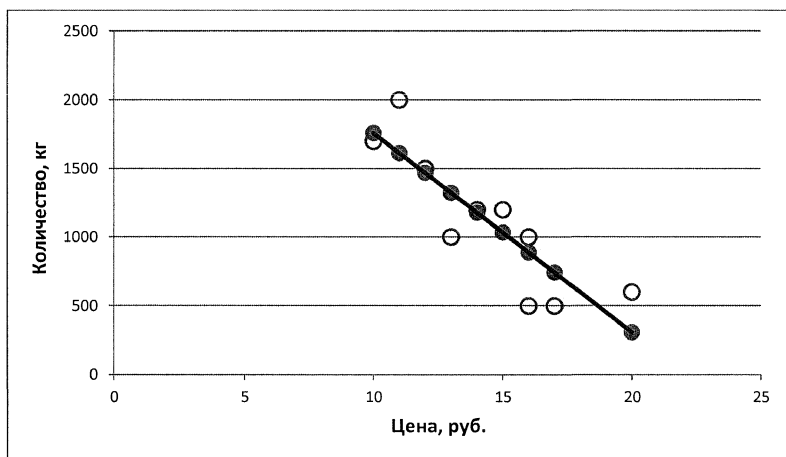


Рис. 13. Линия регрессии

Для линии регрессии сумма квадратов вертикальных расстояний между точками данных (светлые точки) и линией должна быть меньше, чем аналогичная сумма квадратов для любой другой прямой.

Линия регрессии должна аппроксимировать линейную зависимость между входной и выходной переменными модели. Однако при этом возникает вопрос, насколько линейная аппроксимация соответствует наблюдаемым данным. Чтобы определить это, введем в рассмотрение два показателя – стандартную ошибку оценивая ($E_{\text{ст}}$) и коэффициент детерминации (r^2).

В статистике мерой разброса случайной величины относительно среднего значения является стандартное отклонение. Аналогично в качестве меры разброса точек наблюдений относительно линии регрессии можно использовать *стандартную ошибку оценивания*, которая показывает среднюю величину отклонения точек исходных данных от линии регрессии вдоль оси y . Стандартная ошибка равна корню квадратному среднеквадратической ошибки, то есть сумме квадратов разностей между реальным и оцененным значениями вычисленной по всем наблюдениям и отнесенной к числу степеней свободы выборки:

$$E_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m - 1}},$$

где m – количество независимых переменных, которое для простой линейной регрессии равно 1.

Значение стандартной ошибки $E_{\text{ст}}$ позволяет оценить степень рассогласования оценок, полученных с помощью регрессии, и реальных наблюдений аналогично тому, как стандартное отклонение позволяет оценить в статистическом анализе степень разброса случайной величины относительно среднего. Чем меньше стандартная ошибка оценивания, тем лучше работает модель, в нашем примере стандартная ошибка составляет $E_{\text{ст}} = 272,5$.

Коэффициент детерминации (r^2), называемый также коэффициентом смешанной корреляции или статистикой R-квадрат, – статистический показатель, отражающий объясняющую способность уравнения регрессии. Он также является статической мерой согласия, с помощью которой можно определить, насколько уравнение регрессии соответствует реальным данным:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2},$$

где \bar{y} – среднее значение параметра.

Значение коэффициента детерминации максимально, когда имеет место максимальное соответствие: все точки данных лежат точно на прямой регрессии, в этом случае коэффициент детерминации равен 1.

Значение коэффициента детерминации для примера из табл. 17:

$$r^2 = 0,7456.$$

Можно сделать вывод, что регрессионная модель работает достаточно хорошо.

Кроме указанных способов оценки качества регрессионных моделей, существуют методы оценки линейной зависимости между входной и выходной переменными. Методическую основу для оценки значимости таких зависимостей создают *гипотезы линейной регрессии*.

Введем в рассмотрение две гипотезы – нулевую (основную) и альтернативную. Нулевая гипотеза H_0 предполагает, что линейные связи между переменными отсутствуют, в то время как альтернативная гипотеза H_a утверждает, что такие связи имеют место. Таким образом:

- $H_0: \beta_1 = 0$ – линейные связи между переменными отсутствуют;
- $H_a: \beta_1 \neq 0$ – линейные связи между переменными имеют место.

Если верна гипотеза H_0 , то линия регрессии будет расположена горизонтально и построенная регрессионная модель бесполезна. Наоборот, если удастся отвергнуть нулевую гипотезу, подтвердится значимость модели, то есть наличие линейной зависимости между входной и выходной переменными.

Одними из наиболее популярных критериев оценки значимости регрессионных моделей являются t -критерий, построенный на основе t -распределения Стьюдента и F -критерий, использующий F -распределение Фишера.

Для проверки истинности гипотезы H_0 t -критерий использует статистику $t = b_1/S_{b_1}$, подчиняющуюся t -распределению с $(n - 2)$ степенями свободы. При проверке гипотез возможно появление двух видов ошибок, представленных в табл. 18.

Таблица 18

Виды ошибок, возникающих при проверке гипотез

Действительное состояние	H_0 принимается	H_0 отвергается
H_0 справедлива	Верное решение	Ошибка I рода: вероятность α
H_0 несправедлива	Ошибка II рода: вероятность β	Верное решение

Ошибка I рода заключается в отклонении верной нулевой гипотезы, а ошибка II рода – в принятии неверной нулевой. Вероятности данных событий обозначим α и β соответственно, причем вероятность α называется *уровнем значимости критерия*. Он определяет вероятность того, что справедливая гипотеза H_0 будет ошибочно отвергнута. Задав значение α и вычислив значение проверочной статистики t , по таблице t -распределения можно установить, насколько вероятно появление

полученного значения статистики t , если нулевая гипотеза будет ошибочно отвергнута.

В качестве примера возьмем данные о продажах картофеля, для которых с получено уравнение регрессии $\hat{y} = 3213,6 - 145,4x$. Тогда:

$$S_{b_1} = \frac{E_{\text{ст}}}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2}} = \frac{272,5}{\sqrt{82,5}} = 30,$$

$$t = b_1 / S_{b_1} = -145,4 / 30 = -4,85.$$

Чтобы оценить вероятность справедливости гипотезы H_0 при значении t -статистики $t = -4,85$, воспользуемся методом p -значения. Под p -значением в критерии проверки гипотезы понимается вероятность получения абсолютного значения статистики t , большего или равного значению выборочной статистики, вычисленной исходя из предположения о справедливости гипотезы H_0 . Иными словами, чем меньше p -значение, тем больше вероятность того, что гипотеза справедлива, и если вычисленное p -значение будет очень малым, то гипотезу следует отвергнуть.

Другим возможным методом определения значимости регрессионной модели является F -критерий. В этом случае используются два показателя – средний квадрат регрессионной квадратичной суммы:

$$S_R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{m},$$

и средний квадрат ошибок регрессии:

$$S_E^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m - 1}.$$

С их помощью можно вычислить значение, называемое F -статистикой. Отношение $F = S_R^2 / S_E^2$ подчиняется F -распределению с $(m, n - m - 1)$ степенями свободы. Если гипотеза H_0 истинна и линейная связь между переменными существует, то ошибка оценивания возрастает и ее средний квадрат S_E^2 , соответственно, тоже. Поэтому если нулевая гипотеза справедлива, то значение статистики будет мало из-за увеличения знаменателя S_E^2 . Напротив, если справедлива альтернативная гипотеза $H_a: \beta_1 \neq 0$, то ошибка оценивания падает, а значение F возрастает. Таким образом, большее значение F согласуется с истинностью альтернативной гипотезы.

Например, значение F -статистики, рассчитанное для данных о продажах картофеля, будет $F = 1\,742\,032 / 74\,280 = 23,5$. По таблице F -распределения можно установить, что для чисел степеней свободы числителя и знаменателя, равных m и $n - m - 1$ (1 и 8 соответственно), рассчитанное по наблюдаемым данным значение $F = 23,5$ намного превышает теоретическое $F_\alpha = F_{0,01} = 11,26$. Таким образом, вероятность того, что гипотеза $H_0: \beta_1 = 0$ истинна для рассчитан значения F -

статистики, будет менее 0,01. Поэтому мы вынуждены отвергнуть нулевую гипотезу, что позволяет сделать вывод о высокой значимости нашей регрессионной модели.

В простой линейной регрессии устанавливается линейная зависимость между одной входной переменной и одной выходной. Но на практике в задачах анализа часто возникает необходимость привлечь для решения больше исходной информации. Поэтому представляет интерес исследование зависимости выходной переменной от нескольких входных. Если простая линейная регрессия использует приближение в виде прямой линии, то множественная линейная регрессия для моделирования линейных связей между выходной переменной и набором входных – плоскость (если входных переменных две) или гиперплоскость (если входных переменных более чем две).

Как и в случае простой регрессионной модели, для оценки значимости множественной регрессии используются гипотезы о наличии или отсутствии линейной зависимости между набором входных и выходной переменной. Для проверки этих гипотез так же можно применять t -критерий и F -критерий. Но в случае множественной линейной регрессии применение данных критериев несколько иное. Если t -критерий исследует линейную зависимость между каждой отдельной входной переменной и выходной переменной, F -критерий исследует линейную зависимость для всей модели, то есть между набором входных переменных и выходной переменной (рис. 14).

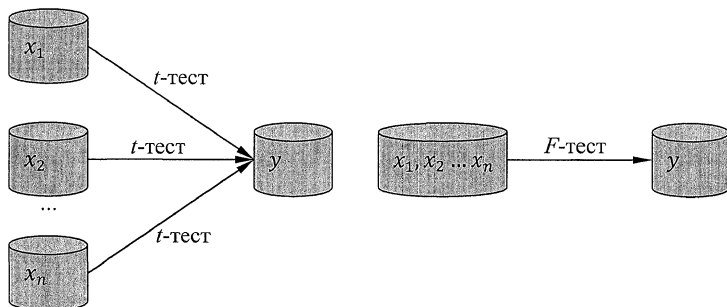


Рис. 14. Различия между F -критерием и t -критерием для множественной линейной регрессии

3.3. Приведение нелинейной зависимости к линейному виду

Если между экономическими явлениями существуют нелинейные соотношения, то их можно привести к линейному виду.

Различают два класса нелинейных регрессий:

1. Регрессии, нелинейные относительно включенных в анализ объясняющих переменных, но линейные по оцениваемым параметрам, например:

- полином второй степени – $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$;
- полином третьей степени – $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2 + d \cdot x^3$;
- равносторонняя гипербола – $y = a + b/x$.

2. Регрессии, нелинейные по оцениваемым параметрам, например:

- степенная – $y = ax^b$;
- показательная – $y = ab^x$;
- экспоненциальная – $y = e^{a+bx}$.

Нелинейная регрессия по включенным переменным оценивается так же как и линейная регрессия.

Нелинейная регрессия предполагает замену переменных на их преобразованные значения.

Так в случае полиномиальной функции второй степени вместо переменной x в уравнение включаются две переменные $x_1 = x$; $x_2 = x^2$. В результате получается линейное уравнение множественной регрессии. Полином любого порядка сводится к линейной регрессии с ее методами оценивания параметров и проверки гипотез.

На рис. 15 представлена диаграмма рассеяния наблюдений по показателям расходы консолидированного бюджета (y) и индекс промышленного производства (x), очевидно наличие нелинейной положительной статистической зависимости между данными переменными. Линейное уравнение регрессии $y = 32,62x - 3362,9$ (сплошная линия) характеризуется коэффициентом детерминации равным 0,597. Квадратичное уравнение регрессии $y = 0,7026x^2 - 150,41x + 8341,3$ (пунктирная линия) характеризуется более высоким коэффициентом детерминации – 0,677, что указывает на большую объясняющую способность, такая модель лучше оценивает статистическую зависимость между переменными.

Нелинейная регрессия по оцениваемым параметрам может быть сведена к линейному виду, если она внутренне линейна.

Например степенная функция вида $y = ax^b$, нелинейна относительно оцениваемых параметров, так как включает параметры a и b неаддитивно, однако ее можно считать внутренне линейной, так как логарифмирование данного уравнения по основанию e приводит ее к линейному виду:

$$\ln y = \ln a + b \ln x$$

Следовательно оценки параметров a и b могут быть найдены методом наименьших квадратов.

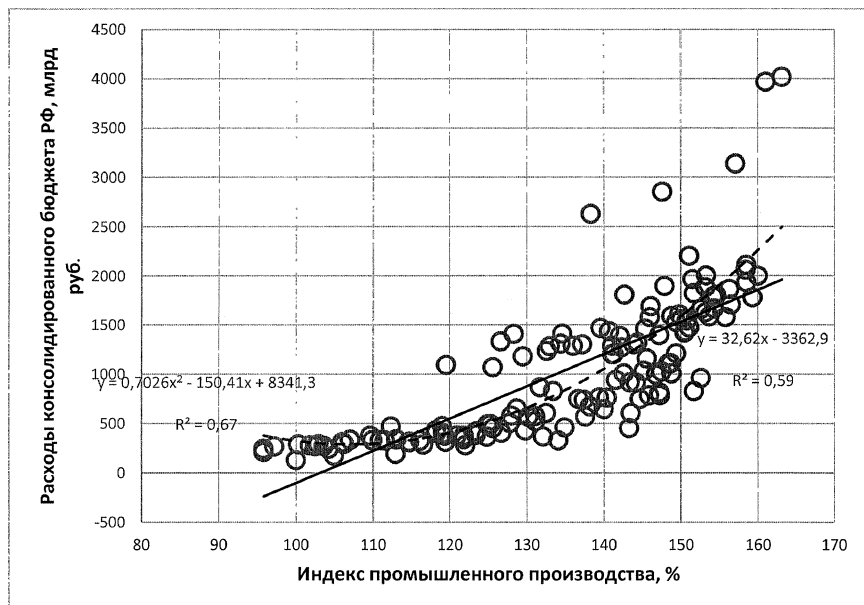


Рис.15. Полиномиальная линия регрессии

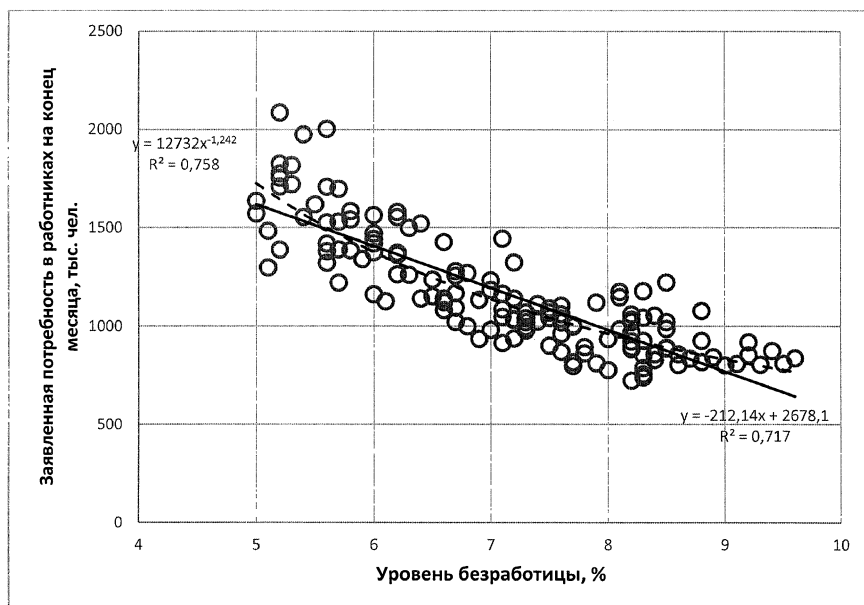


Рис. 16. Степенная линия регрессии

На рис. 16 представлена диаграмма рассеяния наблюдений по показателям заявленная потребность в работниках на конец месяца (y) и уровень безработицы (x), между переменными существует отрицательная статистическая зависимость. Линейное уравнение регрессии $y = -212,14x + 2678,1$ (сплошная линия) характеризуется коэффициентом детерминации равным 0,717. Степенное уравнение регрессии $y = 12732x^{-1,242}$ (пунктирная линия) характеризуется более высоким коэффициентом детерминации – 0,758, что указывает на большую объясняющую способность, такая модель лучше оценивает статистическую зависимость между переменными.

3.4. Регрессионные модели в прогнозировании

Применение регрессионных моделей в прогнозировании предполагает, подстановку ожидаемых, или планируемых значений факторных признаков в регрессионное уравнение и вычисление ожидаемых значений результативного признака.

При оценке ожидаемой заявленной потребности в работниках на конец месяца (см. рис. 15), планируемое значение уровня безработицы (например, 9,5) можно подставить в линейное или степенное уравнение регрессии. При подстановки в линейное уравнение прогнозное значение равно: $y = -212,14x + 2678,1 = -212,14 \cdot 9,5 + 2678,1 = 662,77$, а при подстановки в степенное уравнение – $y = 12732x^{-1,242} = 12732 \cdot 9,5^{-1,242} = 777,26$. На основании значений коэффициента детерминации и линейная, и степенная модель являются качественными, соответственно оба прогнозных значения могут быть использованы. Однако, по диаграмме рассеяния видно, что при значениях уровня безработицы выше 9 % линейная модель дает заниженную оценку заявленной потребности в работниках (сплошная линия располагается ниже точек наблюдения), что указывает на целесообразность применения степенной модели.

Регрессионные модели так же могут применяться при анализе и прогнозировании временных рядов, в этом случае в качестве независимой переменной (x) выступает порядковый номер временного отсчета. Например, 1 – для первого значения временного ряда, 2 – для второго значения, n – для последнего значения ряда, содержащего n наблюдений. Либо в качестве независимой переменной может выступать дата.

На рис. 17 представлена динамика денежной массы ($M2$) в России, методом регрессионного анализа построено линейное уравнение регрессии $y = 7,5836x - 287200$, где y – денежная масса ($M2$) в России с учетом сезонности; x – номер временного отсчета (37 622 – 01.01.2003 г., ... 43 405 – 01.11.2018 г.). Регрессионное уравнение указывает на то, что за последние

15 лет денежная масса в России ежедневно увеличивалась в среднем на 7,58 млрд руб.

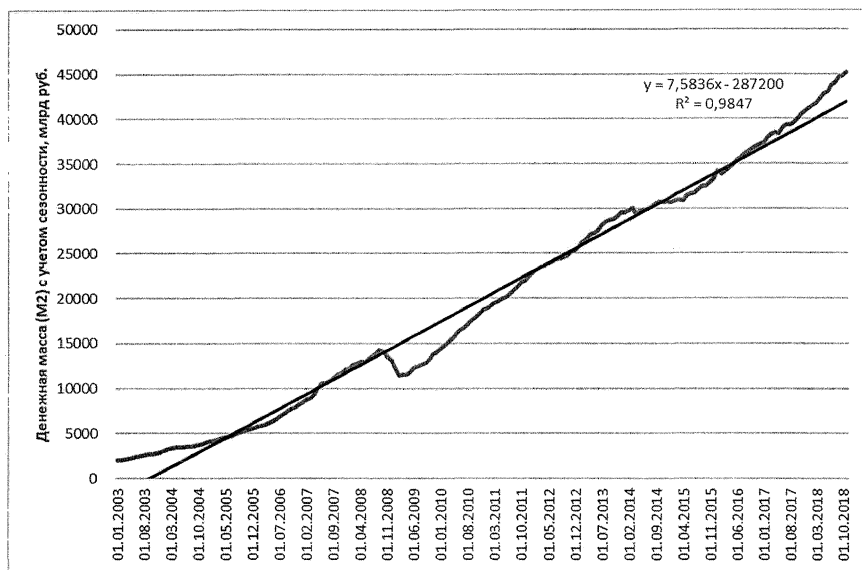


Рис. 17. Модель динамики денежной массы (M2) в России с учетом сезонности

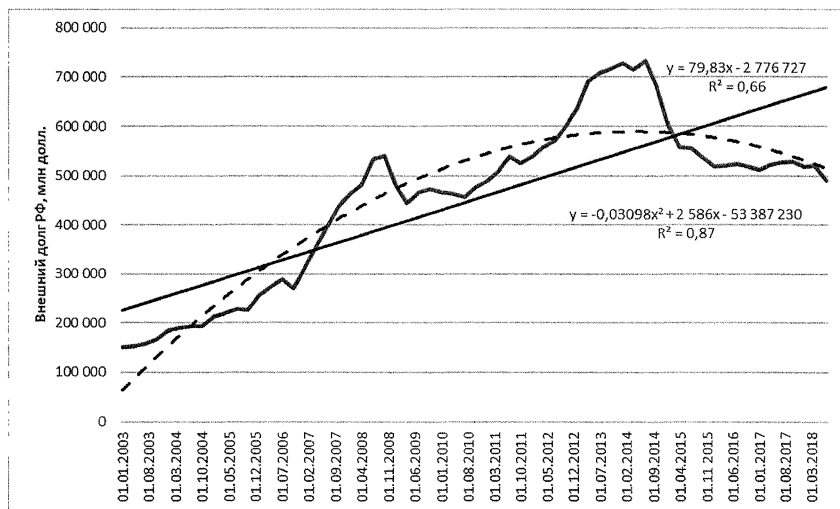


Рис. 18. Модель динамики внешнего долга РФ

Для прогнозирования объема денежной массы необходимо подставить номер временного отсчета в уравнение, например, согласно тренду денежная масса на 01.01.2019 г. (порядковый номер дня – 43466) равна: $y = 7,5836 \cdot 43466 - 287200 = 42429$ млрд руб.

На рисунке 18 представлена модель динамики внешнего долга. Как и в случае обычной регрессионной модели временной ряд можно оценить с помощью нелинейной функции. Очевидно, что на данном временном интервале квадратичная функция дает более правильную оценку динамики внешнего долга, коэффициент детерминации квадратичной функции (0,87) значительно превышает коэффициент детерминации линейной функции (0,66). Определим прогнозное значение внешнего долга РФ на 01.01.2019 г. (порядковый номер дня – 43466):

$$y = -0,03098x^2 + 2586x - 53387230 = -0,03098 \cdot 43466^2 + 2586 \cdot 43466 - 53387230 = 485544 \text{ млн долл.}$$

Вопросы для обсуждения

1. Поясните содержание понятия корреляционная зависимость, каковы методы ее определения?
2. Что показывает коэффициент парной корреляции? Какие значения он может принимать?
3. Каковы особенности и области применения параметрических и непараметрических методов расчета коэффициента корреляции?
4. Какова цель корреляционно-регрессионного анализа? Как строится график регрессионной функции?
5. Поясните смысл коэффициентов регрессии, назовите способы их оценивания, покажите, как они используются для расчета мультипликатора в функции потребления?
6. Как оценивается значимость параметров уравнения регрессии? Какова концепция F-критерия Фишера?
7. В чем состоит спецификация модели множественной регрессии? Какие требования, предъявляются к факторам для включения их в модель множественной регрессии?

Темы докладов

1. Множественная регрессия: отбор факторов и выбор формы уравнения регрессии.
2. Автокорреляционная функция временного ряда и построение автокоррелограммы.
3. Модель Кейнса: эконометрический анализ.

Практическое задание

Задание 1

На рис. 19 представлена диаграмма рассеяния показателей расходы

консолидированного бюджета и индекс промышленного производства за 2002–2014 гг. Оцените статистическую зависимость между показателями, определите тип зависимости (линейный, экспоненциальный, логарифмический и т.д.). Каким, по вашему мнению, может быть значение коэффициента линейной корреляции для данных показателей?

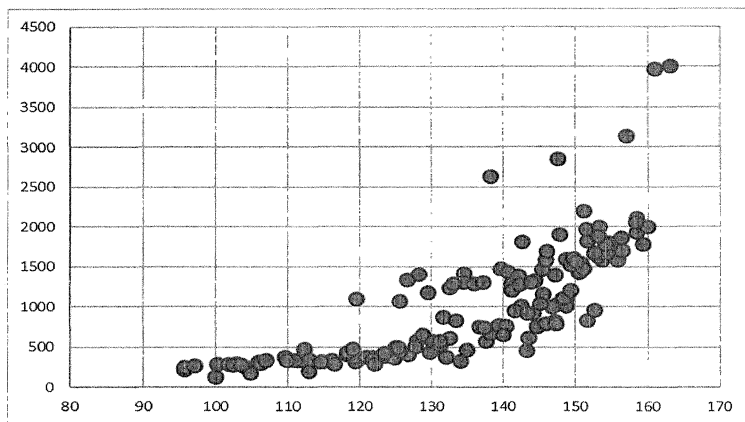


Рис. 19. Диаграмма рассеяния

Задание 2

На основе статистических данных о состоянии российской экономики в период 2002–2013 гг., содержащихся в табл. 19.

Рассчитайте коэффициент корреляции Спирмена между показателями уровень безработицы и заявленная потребность в работниках на конец месяца, поясните полученные результаты.

Проведите регрессионный анализ, определив в качестве зависимой заявленную потребность в работниках, а в качестве независимой переменной уровень безработицы. Оцените качество полученной модели, поясните полученные результаты. Запишите уравнение регрессии. Сделайте прогноз заявленной потребности в работниках если ожидаемый уровень безработицы равен 6 %.

Таблица 19

Исходные данные регрессионного анализа

Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.	Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.
01.01.2002	8,6	858	01.12.2007	6,1	1126
01.02.2002	8,4	829	01.01.2008	6,6	1122

Продолжение табл. 19

Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.	Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.
01.03.2002	8,3	853	01.02.2008	7,1	1164
01.04.2002	8,3	927	01.03.2008	6,5	1236
01.05.2002	8,2	1022	01.04.2008	6,0	1375
01.06.2002	7,5	1070	01.05.2008	5,4	1553
01.07.2002	7,3	1070	01.06.2008	5,6	1527
01.08.2002	7,1	1086	01.07.2008	5,7	1530
01.09.2002	7,6	1061	01.08.2008	5,8	1542
01.10.2002	8,1	985	01.09.2008	6,2	1553
01.11.2002	8,5	892	01.10.2008	6,6	1427
01.12.2002	8,8	818	01.11.2008	7,0	1183
01.01.2003	9,3	805	01.12.2008	7,8	895
01.02.2003	9,6	838	01.01.2009	8,7	836
01.03.2003	9,2	853	01.02.2009	9,4	875
01.04.2003	8,8	927	01.03.2009	9,2	920
01.05.2003	8,5	1022	01.04.2009	8,8	1078
01.06.2003	8,4	1054	01.05.2009	8,5	1222
01.07.2003	8,3	1044	01.06.2009	8,3	1178
01.08.2003	8,2	1060	01.07.2009	8,1	1148
01.09.2003	8,2	1033	01.08.2009	7,9	1121
01.10.2003	8,2	969	01.09.2009	7,6	1104
01.11.2003	8,2	885	01.10.2009	7,7	1005
01.12.2003	8,6	804	01.11.2009	8,2	893
01.01.2004	9,1	810	01.12.2009	8,2	724
01.02.2004	9,5	810	01.01.2010	9,0	802
01.03.2004	8,9	843	01.02.2010	8,5	888
01.04.2004	8,2	923	01.03.2010	8,5	987
01.05.2004	7,6	1020	01.04.2010	8,1	1174
01.06.2004	7,5	1043	01.05.2010	7,2	1323
01.07.2004	7,4	1024	01.06.2010	6,7	1279
01.08.2004	7,3	1021	01.07.2010	6,8	1270
01.09.2004	7,7	998	01.08.2010	6,7	1256
01.10.2004	8,0	936	01.09.2010	6,5	1236
01.11.2004	8,4	858	01.10.2010	6,7	1167
01.12.2004	8,3	788	01.11.2010	6,6	1081
01.01.2005	8,3	755	01.12.2010	7,0	982
01.02.2005	8,3	740	01.01.2011	7,6	1039
01.03.2005	8,0	777	01.02.2011	7,4	1113
01.04.2005	7,6	871	01.03.2011	7,0	1232

Окончание табл. 19

Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.	Дата	Уровень безработицы, %	Заявленная потребность в работниках на конец месяца, тыс. чел.
01.05.2005	7,3	995	01.04.2011	7,1	1444
01.06.2005	7,3	1041	01.05.2011	6,2	1579
01.07.2005	7,2	1032	01.06.2011	6,0	1563
01.08.2005	7,1	1048	01.07.2011	6,4	1521
01.09.2005	7,2	1037	01.08.2011	6,0	1471
01.10.2005	7,3	979	01.09.2011	6,0	1442
01.11.2005	7,5	902	01.10.2011	6,2	1361
01.12.2005	7,7	817	01.11.2011	6,2	1263
01.01.2006	7,7	798	01.12.2011	6,0	1161
01.02.2006	7,9	812	01.01.2012	6,3	1260
01.03.2006	7,8	862	01.02.2012	6,2	1373
01.04.2006	7,6	962	01.03.2012	6,3	1499
01.05.2006	7,5	1090	01.04.2012	5,6	1708
01.06.2006	7,2	1140	01.05.2012	5,2	1825
01.07.2006	6,9	1134	01.06.2012	5,2	1754
01.08.2006	6,5	1152	01.07.2012	5,2	1709
01.09.2006	6,6	1140	01.08.2012	5,0	1636
01.10.2006	6,7	1094	01.09.2012	5,0	1571
01.11.2006	6,7	1022	01.10.2012	5,1	1484
01.12.2006	6,9	936	01.11.2012	5,2	1388
01.01.2007	7,1	915	01.12.2012	5,1	1298
01.02.2007	7,2	938	01.01.2013	6,0	1420
01.03.2007	6,8	1000	01.02.2013	5,8	1584
01.04.2007	6,4	1141	01.03.2013	5,7	1698
01.05.2007	5,9	1339	01.04.2013	5,6	2002
01.06.2007	5,8	1385	01.05.2013	5,2	2085
01.07.2007	5,7	1389	01.06.2013	5,4	1975
01.08.2007	5,6	1418	01.07.2013	5,3	1817
01.09.2007	5,6	1380	01.08.2013	5,2	1776
01.10.2007	5,6	1321	01.09.2013	5,3	1721
01.11.2007	5,7	1221	01.10.2013	5,5	1619

Задание 3

На основе статистических данных о международной инвестиционной позиции РФ в период 2001–2018 гг., содержащихся в табл. 20.

Рассчитайте коэффициент корреляции Пирсона между показателями прямых и портфельных инвестиций, поясните полученные результаты.

Таблица 20

Исходные данные регрессионного анализа

Дата	Порядковый номер временного отсчета	Прямые инвестиции, млн долл.	Портфельные инвестиции, млн долл.
01.01.2001	1	20 071	1268
01.01.2002	2	44 153	1315
01.01.2003	3	62 224	2508
01.01.2004	4	90 687	4381
01.01.2005	5	107 087	7920
01.01.2006	6	140 775	17 775
01.01.2007	7	234 632	12 248
01.01.2008	8	365 797	19 936
01.01.2009	9	198 437	24 221
01.01.2010	10	298 357	38 156
01.01.2011	11	361 121	36 656
01.01.2012	12	361 750	42 435
01.01.2013	13	409 567	48 300
01.01.2014	14	479 501	53 743
01.01.2015	15	411 270	56 629
01.01.2016	16	367 593	68 119
01.01.2017	17	418 034	72 060
01.01.2018	18	468 567	73 946

Постройте регрессионную модель временного ряда, определив в качестве зависимой переменной объем портфельных инвестиций, а в качестве независимой переменной порядковый номер временного отсчета. Оцените качество полученной модели, поясните полученные результаты. Запишите уравнение регрессии. Сделайте прогноз объема портфельных инвестиций в международной инвестиционной позиции РФ на 01.01.2019 г.

4. ЭВРИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

4.1. Метод экспертных оценок

Эвристические методы используются для количественной или качественной оценки характеристик объектов, неподдающихся непосредственному измерению.

Особенностью эвристических методов и моделей является отсутствие строгих математических доказательств оптимальности получаемых решений. Данные процедуры основаны на использовании человека как «измерительного прибора» для получения количественных оценок процессов и суждений, которые из-за неполноты и недостоверности имеющейся информации не поддаются непосредственному измерению.

Примерами традиционных эвристических процедур являются различные экспертизы, консилиумы, совещания и т.п., результатом которых являются экспертные оценки состояния объекта исследования.

К группе эвристических методов относят:

- 1) метод индивидуальных экспертных оценок;
- 2) метод коллективных экспертных оценок.

Экспертные методы разделяются на два подкласса.

Прямые экспертные оценки строятся по принципу получения и обработки независимого обобщенного мнения коллектива экспертов (или одного из них) при отсутствии воздействия на взгляд каждого из них суждении другого эксперта и всего коллектива.

Экспертные оценки с обратной связью в том или ином виде реализуют принцип обратной связи посредством воздействия на оценку экспертной группы (одного эксперта) мнениями, полученными ранее от этой группы (или от одного из экспертов).

Достоинства индивидуальной экспертизы:

- оперативность получения информации для принятия решений;
- относительно небольшие финансовые затраты.

Недостатком является высокий уровень субъективности и, следовательно, отсутствие уверенности в достоверности полученных оценок.

В проблемах уникального выбора мнение одного эксперта, сильно отличающееся от мнений остальных экспертов, может оказаться правильным

Коллективные оценки, как правило, менее субъективны, и решения, принятые на их основе, имеют большую вероятность осуществления, т.к. предполагается, что совокупность индивидуальных ответов экспертов из группы должна включать «истинный» ответ.

В процессе групповой экспертизы можно выделить следующие этапы:

- 1) постановка задачи исследования;

- 2) выбор метода измерений;
- 3) формирование экспертной группы;
- 4) выбор (разработка) метода получения экспертной информации, т.е. метода организации экспертного опроса;
- 5) получение экспертной информации;
- 6) обработка результатов экспертного опроса и анализ полученной информации;
- 7) интерпретация полученных результатов.

4.2. Метод Дельфи

Метод Дельфи получил свое название от древнегреческого города, прославившегося своими предсказателями будущего (дельфийские оракулы), разработан в начале 1950-х гг. в известном «мозговом центре» США – корпорации «Рэнд». Авторами его являются американские ученые О. Хелмер и Т. Гордон. Как и многие разработки в области политического анализа и прогнозирования, применение метода Дельфи изначально было ограничено проблематикой военно-промышленного и военно-дипломатического характера.

Возникновение метода Дельфи связано с объективно назревшей потребностью усовершенствовать методики группового принятия решений. До появления метода Дельфи наиболее распространенным способом согласования различных позиций и выработки общего мнения было традиционное совещание (очная дискуссия). Однако такой метод обладает рядом очень серьезных недостатков, большинство из которых связано с негативными психологическими эффектами межличностного общения.

Основные принципы метода Дельфи:

- заочный характер взаимодействия экспертов: каждый эксперт работает индивидуально, однако полученная общая оценка является коллективной (групповой), данный принцип направлен на устранение феномена группового давления;

- анонимность мнений экспертов: каждому участнику экспертизы предоставляется полная свобода донести свою позицию и аргументацию до всей группы, однако никто не будет знать, чья именно это позиция, данный принцип направлен на ликвидацию «эффекта авторитетного мнения»;

- итеративность (повторяемость) экспертизы: процедура формирования групповой экспертной оценки в методе Дельфи проходит в несколько этапов, причем каждый из экспертов на каждом этапе может скорректировать собственную предыдущую оценку;

– управляемая обратная связь: эксперты могут обмениваться оценками и аргументацией, но делают это не напрямую, а через организаторов экспертизы, которые осуществляют обратную связь между экспертами, систематизируют оценки и аргументы;

– количественное оценивание и статистическая обработка экспертных оценок: оценки экспертов должны быть выражены в числовом формате, это требуется для того, чтобы сделать результаты экспертизы максимально конкретными.

Процедура метода Дельфи

1. Исследуемая проблема должна быть сформулирована как перечень вопросов, предполагающих ответ в виде числовой оценки, оценки по порядковой или интервальной шкале.

2. Формирование состава экспертной группы, т.е. определить ее численность и персональный состав.

Специфика метода Дельфи, связанная со статистической обработкой оценок и заочным характером взаимодействия экспертов, имеет прямое влияние на комплектование экспертной группы с точки зрения ее численности. Прежде всего, количество оценок (а значит, и количество экспертов) должно быть статистически значимым, нижняя граница численности экспертной группы – 7–9 человек. При этом верхняя граница не задана, так как нет необходимости собирать экспертов в одном месте. Конкретное их число будет определяться спецификой рассматриваемой проблемы, общим числом компетентных экспертов, их технической доступностью и согласием на участие в экспертизе.

3. Проведение экспертного опроса в несколько туров. Во время каждого тура эксперты сообщают свое мнение и дают оценку исследуемым явлениям. При обработке информации, полученной от экспертов, все оценки располагают в порядке N_1, \dots, N_m их возрастания (или убывания), затем определяют медиану (M) и квартили (Q_1, Q_2), которые разбивают все оценки на четыре интервала. Под медианой понимается такое значение прогнозируемого признака, которым обладает центральный член ряда, составленного в порядке возрастания значений признака.

Под модой понимается наиболее часто встречающееся в ранжированном ряду значение прогнозируемого признака.

Квартилем называется значение прогнозируемого признака, которым обладают члены ряда под номером, представляющим $1/4$ всего ряда (нижний квартиль) и $3/4$ от всего ряда (верхний квартиль). Аналогично при необходимости определяются децили.

Предположим, что от экспертов получено какое-либо число оценок, например 11. Эти оценки упорядочиваются, скажем, в порядке убывания. За медиану принимается средний член ряда (при нечетном числе экспертов), по

отношению к которому число оценок с начала и с конца ряда будет одинаковым.

При четном числе экспертов медиана равна среднему из значений оценок двух центральных экспертов. В нашем случае — нечетное число экспертов 11, медиана будет совпадать с оценкой N_6 . Затем определяются верхний и нижний квартили. Величины этих квартилей в первом приближении равны значениям оценок ряда в интервале, равном 25 % от начала и 25 % от конца ряда. Таким образом, медиана и квартили образуют на оси ряда четыре интервала, среди которых два средних и считаются наиболее предпочтительными. Полученные таким образом показатели принимаются за характеристики распределения оценок: медиана служит характеристикой группового ответа, а предпочтительный интервал квартилей показателем разброса индивидуальных оценок. Каждому эксперту сообщаются значения этих характеристик.

Экспертов, чьи оценки попадают в крайние интервалы (не лежат внутри диапазона, просят обосновать свое мнение по поводу назначения ими оценок. С их обоснованием и выводами, не указывая, от кого они получены, знакомят остальных экспертов.

Подобная процедура позволяет специалистам изменять в случае необходимости свою оценку, принимая в расчет обстоятельства, которые они могли случайно упустить или которыми пренебрегли в первом туре опроса. Благодаря этому результаты второго и последующих туров опроса дают, как правило, меньший разброс оценок.

После получения оценок второго тура снова рассчитываются медиана и квартили.

Этот процесс продолжается до тех пор, пока продвижение в направлении повышения совпадения точек зрения не становится незначительным. После этого фиксируются расходящиеся точки зрения.

Рассмотрим пример применения метода Дельфи. Предположим, нас интересует вероятность ухудшения ситуации на мировом рынке металлов для региона, специализирующемся на производстве металлов и изделий из них. Единственным вопросом в анкете будет: «Оцените вероятность наступления события X в период T , используя оценки в интервале от 0 до 1, где 0 – полная уверенность в том, что событие не произойдет, 1 – полная уверенность в том, что событие произойдет».

Скажем, в опросе принимают участие девять экспертов. Соответственно, по итогам первого тура мы получим девять оценок вероятности реализации события N . Таким образом, мы имеем неупорядоченный числовой ряд из девяти элементов: (1; 0,2; 0,1; 0,1; 0,6; 0,8; 0,3; 0,5; 0,8).

В методе Дельфи основу статистической обработки оценок составляет вычисление средней и вариации на порядковом уровне измерения, т.е. речь идет о вычислении медианы (середины ранжированного числового ряда) и

квартилей (четвертей ранжированного числового ряда). Ранжированный по возрастанию ряд в нашем случае будет иметь вид: (0,1; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,6; 0,8; 0,8; 1).

Медиана равна 0,5, значение нижнего квартиля составляет 0,2; верхнего – 0,8 ($M = 0,5$; $Q_1 = 0,2$; $Q_2 = 0,8$).

Применительно к методу Дельфи медиана показывает общее групповое мнение, а интервал между верхним и нижним квартилями (или квартильный ранг) – разброс мнений экспертов. Оценка группы составляет 0,5 (равновероятно), интервал между верхним и нижним квартилями равен $0,8 - 0,2 = 0,6$, т.е. является очень большим. Исходя из такого значения квартильного ранга, можно констатировать, что мнение группы фактически не сформировалось, оценки очень сильно разбросаны.

Уровень неопределенности равен нулю в двух случаях: если вероятность события равна 0 и 1. Иными словами, неопределенность отсутствует, когда мы полностью уверены либо в том, что событие реализуется, либо в том, что оно не реализуется. Соответственно, максимального уровня неопределенность достигает в ситуации равновероятности – 0,5. По мере удаления от крайних значений (0 и 1) и приближения к значению 0,5 неопределенность возрастает.

Таким образом, по итогам первого тура экспертизы мы имеем не только большой разброс оценок, но и ситуацию максимальной неопределенности относительно наступления данного события в указанные сроки. Решение, которое принимается руководителями экспертизы, в данном случае однозначно: экспертиза должна быть продолжена.

Во втором туре экспертов знакомят с обобщенными результатами первого тура (разброс оценок, иногда средняя) и просят ответить на тот же самый вопрос о вероятности наступления события. Однако здесь возникает существенное дополнение: оценка должна быть дополнена определенным набором аргументов. Технически здесь имеется два варианта:

1. Аргументировать выставленную оценку просят всех экспертов.
2. Аргументацию просят только у тех экспертов, чьи оценки выходят за интервал между квартилями, т.е. являются крайними. В нашем случае это два эксперта, поставившие оценки 0,1, и один эксперт, поставивший оценку 1.

Второй вариант оптимален в случае, если к экспертизе привлекается сравнительно большое число экспертов и оценки существенной их части оказываются вне интервала между квартилями. Тогда мы получим полноценный набор аргументов, с одной стороны, в пользу высокой, с другой – в пользу низкой вероятности реализации события. Получать аргументы тех экспертов, чьи оценки оказались внутри интервала, в такой ситуации большого смысла нет: их аргументация, скорее всего, будет комбинацией аргументов «крайних» экспертов.

Однако в нашем случае, когда число привлеченных экспертов невелико и оценки всего трех из них находятся за пределами квартильного ранга,

целесообразно собрать аргументы всех экспертов. Аргументы формулируются экспертами в том же режиме, что и весь процесс экспертизы: заочно, анонимно и индивидуально. Собирает, обобщает и систематизирует аргументы группа организаторов процедуры Дельфи. Основное содержание этой работы: объединение сходных аргументов, удаление повторяющихся, разбиение всех аргументов на две группы: в пользу повышения или понижения вероятности наступления события X .

В результате второго тура имеем

1. Новые оценки экспертов. Они могут совпадать с оценками первого тура, а могут и не совпадать. Как правило, от первого тура ко второму оценки меняются незначительно, поскольку эксперты еще не успели ознакомиться с аргументацией своих коллег. Пусть в нашем случае получились следующие оценки: (0,1; 0,2; 0,2; 0,3; 0,6; 0,7; 0,8; 0,8; 0,9). Тогда статистика второго тура: $M = 0,6$; $Q_1 = 0,2$; $Q_2 = 0,8$; квартильный ранг – 0,6.

2. Два систематизированных перечня аргументов: в пользу повышения и понижения оценки вероятности наступления события. Авторство аргументов не указывается.

Все полученные результаты доводятся до участников экспертизы (характерное проявление управляемой обратной связи), и начинается третий тур Дельфи. В третьем туре, как и во втором, от экспертов требуется вновь оценить вероятность события и дать перечень аргументов. В пояснительной записке к анкете, как правило, указывается, что от экспертов ждут либо новых аргументов, либо усиления, дополнения или конкретизации аргументов, использованных во втором туре.

Обычно именно третий тур экспертизы по методу Дельфи является переломным: получив значительный объем информации от своих коллег по итогам второго тура, эксперты имеют больше оснований скорректировать собственные оценки. Общий «сдвиг» в результатах экспертизы должен быть значительно более существенным по сравнению со вторым туром.

Предположим, оценки третьего тура таковы: (0,1; 0,3; 0,5; 0,5; 0,7; 0,7; 0,8; 0,9; 0,9).

Статистика третьего тура соответственно: $M = 0,7$; $Q_1 = 0,5$; $Q_2 = 0,8$; квартильный ранг – 0,3.

Анализируя эту статистику, мы видим две принципиальные тенденции:

- общее мнение группы сдвигается от равновероятной оценке в сторону повышения вероятности реализации события (0,7), при этом в оценке реализации события сокращается уровень неопределенности;
- мнение группы становится более консолидированным, интервал между квартилями по сравнению со вторым туром существенно сокращается (0,6 и 0,3).

Итерации (новые туры) проводятся в методе Дельфи по тому же принципу, что второй и первый тур. Решение об окончании экспертизы принимается тогда, когда смещения в оценках перестают быть существенными. Так, если в четвертом туре мы имеем оценки: (0,1; 0,5; 0,6; 0,6; 0,7; 0,7; 0,8; 0,8; 0,8) и статистику: $M = 0,7$; $Q_1 = 0,6$; $Q_2 = 0,8$; квартильный ранг – 0,2, – можно констатировать, что групповое мнение сформировалось. Смещение оценок по сравнению с третьим туром незначительно, общее групповое мнение не изменилось, интервал между квартилями незначителен. Таким образом, эксперты в целом согласились, что вероятность наступления события N в указанные сроки составляет 0,7; его реализация «скорее вероятна».

Динамику развития экспертизы в методе Дельфи полезно представить визуально. В табл. 21 хорошо видны «траектории» оценок экспертов, формирование более консолидированного мнения и общий сдвиг в сторону медианы 0,7. Хорошо видна также «изолированная позиция»: один из экспертов ни разу не изменил свою оценку (0,1), несмотря на ее сильное расхождение с общегрупповым мнением.

Таблица 21

«Траектории» оценок экспертов

Эксперты	Тур 1	Тур 2	Тур 3	Тур 4
1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,1	0,2	0,3	0,5
3	0,2	0,2	0,5	0,6
4	0,3	0,3	0,5	0,6
5	0,5	0,6	0,7	0,7
6	0,6	0,7	0,7	0,7
7	0,8	0,8	0,8	0,8
8	0,8	0,8	0,9	0,8
9	1	0,9	0,9	0,8

Метод Дельфи наиболее целесообразен при количественных оценках факторов внешней среды и определении вероятности наступления рискованных событий.

Процедуры, используемые в методе Дельфи, характеризуются тремя основными чертами: анонимностью, регулируемой обратной связью и групповым ответом. Анонимность достигается применением специальных вопросников или другими способами индивидуального опроса, регулируемая обратная связь осуществляется за счет проведения нескольких этапов опроса, причем результаты каждого этапа обрабатываются и сообщаются экспертам. С помощью статистических методов группового ответа уменьшается статистический разброс

индивидуальных оценок и получается групповой ответ, в котором правильно отражено мнение каждого эксперта.

В последние годы разработан ряд модификаций метода Дельфи. В этих модификациях изменяются многие элементы методики, используемой в классическом методе Дельфи, но принцип группового ответа соблюдается.

Одна из модификаций метода Дельфи ориентирована на сокращение времени, затрачиваемого на экспертизу. Метод Дельфи при всех его достоинствах достаточно громоздок и требует значительных временных ресурсов. Методика экспресс-Дельфи сохраняет все базовые принципы классического подхода, но предполагает выполнение всей процедуры за несколько часов, что требует соответствующего технического обеспечения. Каждый эксперт в течение отведенного на экспертизу времени находится за индивидуальным компьютерным терминалом; все терминалы объединены в общую сеть, замкнутую на руководителя экспертизы. От организаторов экспертизы требуется особая оперативность в обработке оценок и систематизации аргументов, так как все итерации должны уложиться в сравнительно ограниченный промежуток времени. Недостаток экспресс-Дельфи по сравнению с традиционной процедурой очевиден. Эксперту не дается времени действительно глубоко обдумать предложенную проблему, обстоятельно проанализировать позиции и аргументы других членов группы. Кроме того, методика сложна организационно и технически.

Поэтому в общем случае рекомендуется проведение экспертизы в соответствии с традиционным подходом.

4.3. Определение обобщенных оценок и согласованности мнений экспертов

После проведения опроса группы экспертов осуществляется обработка полученной информации. В нашем случае исходной информацией для обработки являются числовые данные, полученные в результате непосредственной оценки и выражающие мнения экспертов. Целью обработки является получение обобщенных данных (групповой экспертной оценки) для их дальнейшего использования.

Методы получения обобщенной оценки экспертов.

1. Вычисление среднего значения.
2. В методе Дельфи в качестве обобщенного мнения принимается медиана оценок последнего тура опроса экспертов.

3. Можно рассчитать и средневзвешенное значение оценок, если попытаться учесть вес (компетентность, достоверность) самого эксперта, который определяется на основе предыдущей деятельности (количество верных ответов к общему количеству), либо на основе других методов —

«самооценка» экспертом своих знаний в области заданных вопросов, квалификация, должность, ученое звание и т.д.

Существуют различные приемы оценки компетентности эксперта, выбор которых определяется как характером решаемой задачи, так и возможностями проведения конкретного экспертного опроса. В общем случае значения веса, приписываемого эксперту, интерпретируются как вероятность задания им достоверной оценки.

Важным моментом экспертных процедур является оценка согласованности действий экспертов и достоверности экспертных оценок. Существующие способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что в случае согласованности действий экспертов достоверность оценок гарантируется.

Наиболее часто для этих целей используют коэффициент конкордации (от фр. *concorde* – согласие), величина которого позволяет судить о степени согласованности мнений экспертов и, как следствие, достоверности их оценок.

Коэффициент конкордации (согласованности) М. Кендалла (множественный коэффициент ранговой корреляции) применяют для определения тесноты связи между произвольным числом ранжированных признаков.

Коэффициент конкордации рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R})^2}{m^2(n^3 - n)},$$

где 12 – постоянная величина в формуле расчета коэффициента конкордации, предложенной М. Кендаллом; n – число показателей (число оцениваемых объектов (испытуемых)); m – число ранговых последовательностей (количество экспертов), ранговые последовательности – это мнения экспертов; R_j – сумма баллов (рангов) j -го показателя; \bar{R} – средняя сумма баллов (рангов) всех показателей.

Величина коэффициента конкордации может меняться в пределах от 0 до 1, причем его равенство единице означает полную согласованность мнений экспертов, а равенство нулю означает, что связи между оценками, полученными от разных экспертов, не существует. В случае, если коэффициент конкордации меньше 0,2–0,4 говорят о слабой согласованности экспертов, а при коэффициенте конкордации, большем 0,6–0,8, можно говорить о существовании сильной согласованности экспертов.

Слабая согласованность обычно является следствием следующих причин:

- в рассматриваемой группе экспертов действительно отсутствует общность мнений;

- внутри группы существуют коалиции с высокой согласованностью мнений, однако обобщенные мнения коалиций противоположны.

Рассмотрим пример расчета коэффициента конкордации. Экспертная комиссия из 5 человек проранжировала 7 программ проектов по степени значимости для экономики региона (ранг 1 присваивался наиболее значимой программе). Ранговые последовательности (мнения экспертов о ранжировании программ) приведены в табл. 22. Требуется вычислить коэффициент конкордации и охарактеризовать степень согласованности мнений экспертов. В расчетную таблицу заносим экспертные оценки, ранговые суммы R_j (итоговые суммы баллов по каждому проекту), отклонения суммы рангов от средней суммы рангов всех показателей $R_j - \bar{R}$, $(R_j - \bar{R})^2$.

Таблица 22

Расчет коэффициента конкордации

Государственные программы (n)	Эксперты (m)					R_j	$R_j - \bar{R}$	$(R_j - \bar{R})^2$
	1	2	3	4	5			
1	1	1	2	1	3	8	-12	144
2	3	2	1	2	1	9	-11	121
3	4	5	7	4	5	25	5	25
4	2	3	5	6	4	20	0	0
5	6	6	6	3	2	23	3	9
6	7	4	4	5	6	26	6	36
7	5	7	3	7	7	29	9	81
Итого						140		416

Средняя сумма рангов всех проектов равна $\bar{R} = \frac{140}{7} = 20$.

В качестве контроля используем выражение $\bar{R} = \frac{1}{2}m(n+1) = \frac{5 \cdot 8}{2} = 20$.

Коэффициент конкордации Кендалла, определенный равняется:

$$W = \frac{12 \cdot 416}{5^2(7^3 - 7)} = 0,594.$$

Значение коэффициента конкордации говорит о средней согласованности мнений экспертов.

Если в соответствии с принятыми критериями мнения экспертов можно считать согласованными, то данные ими оценки принимаются и используются в процессе подготовки и реализации управленческих решений.

Если полученные оценки нельзя считать достоверными, следует повторить опрос заново. Если и это не дает желаемых результатов, следует уточнить исходные данные и (или) изменить состав группы экспертов.

Учитывая большую условность метода экспертных оценок, некоторые специалисты относятся к нему с недоверием, считая, что нет гарантии того, что полученные оценки достоверны. Действительно, точно оценить

достоверность полученных результатов нельзя. Вместе с тем, существующие способы определения достоверности экспертных оценок основаны на предположении, что в случае согласованности действий экспертов достоверность оценок гарантируется.

В действительности это не всегда так, и можно привести примеры, когда отдельные эксперты, не согласные с мнением большинства, давали правильные оценки.

Однако, как показала практика использования экспертных оценок, в подавляющем большинстве случаев при согласованности мнений экспертов их оценки оказывались правильными.

Причины погрешностей метода экспертных оценок:

- погрешности, вносимые недостатком информации об исследуемом объекте;
- погрешности, вносимые недостаточной компетентностью экспертов;
- погрешности, обусловленные заинтересованностью экспертов в результатах экспертизы, что обязательно скажется на их достоверности.

Наличие такого рода погрешностей может значительно искажать оценки. Устранение указанных недостатков достигается использованием соответствующих методов и, в первую очередь, посредством правильной организации экспертной процедуры, начиная от подбора экспертов до обработки их мнений.

Характерными особенностями методов экспертных оценок и моделей их реализации как инструмента научного решения сложных неформализуемых проблем являются:

- научно обоснованная организация всех этапов экспертизы, обеспечивающая эффективность работы на каждом из этапов;
- применение количественных методов, как при организации экспертизы, так и при оценке суждений экспертов на основе формальной групповой обработки результатов их мнений.

Эти особенности отличают методы экспертных оценок от обычной давно известной экспертизы, применяемой в различных сферах человеческой деятельности.

Здесь следует отметить важную роль организаторов экспертизы, в задачи которых входят:

- постановка проблемы, определение целей и задач экспертизы, ее границ и основных этапов;
- разработка процедур экспертизы, в наибольшей степени соответствующей характеру решаемой проблемы;
- отбор экспертов, проверка их компетентности и формирование групп экспертов;
- проведение опроса и согласование оценок;

– формализация полученной информации, ее обработка, анализ и интерпретация.

От правильной организации экспертизы в значительной степени зависит эффективность результатов, полученных посредством экспертных оценок, в т.ч. и достоверность эвристических прогнозов.

Вопросы для обсуждения

1. Какова специфика эвристических методов прогнозирования? Какие задачи решаются с помощью данных методов?
2. Каковы преимущества и недостатки эвристических способов прогнозирования социально-экономического развития?
3. Какие требования предъявляются к проведению процедуры получения экспертной информации?
4. Каковы основные принципы формирования экспертной группы?
5. Каковы принципы и процедура экспертной оценки метода Дельфи?
6. Как рассчитывается значение коэффициента конкордации? Как интерпретируются его значения?

Темы докладов

1. Метод формирования экспертной группы на основе относительных коэффициентов компетентности
2. Методы количественной оценки достоверности эксперта.
3. Метод интервью и метод аналитических докладных записок.
4. Сценарный метод прогнозирования социально-экономического развития.
5. Морфологический анализ как метод прогнозирования социально-экономического развития.

Практическое задание

Задание 1

Экспертная комиссия из 5 человек проранжировала сценарии развития субъекта Российской Федерации (ранг 1 присваивался наиболее вероятному сценарию). Ранговые последовательности (мнения экспертов о ранжировании программ) приведены в табл. 23. Рассчитайте коэффициент конкордации и охарактеризуйте степень согласованности мнений экспертов.

Таблица 23

Данные для расчета коэффициента конкордации

Сценарии развития (<i>n</i>)	Эксперты (<i>m</i>)				
	1	2	3	4	5
1	1	7	8	1	5
2	5	8	1	9	10

Окончание табл. 23

Сценарии развития (n)	Эксперты (m)				
	1	2	3	4	5
3	8	6	13	2	1
4	7	9	7	10	3
5	6	5	2	3	12
6	9	10	14	11	7
7	3	4	9	4	14
8	4	11	3	12	9
9	10	3	12	5	15
10	12	12	6	13	8
11	2	2	4	6	13
12	13	13	10	14	4
13	11	1	15	7	2
14	14	15	5	15	11
15	15	14	11	8	6

Задание 2

Экспертная комиссия из 40 человек проранжировала сценарии развития субъекта Российской Федерации (ранг 1 присваивался наиболее вероятному сценарию). Ранговые последовательности (мнения экспертов о ранжировании программ) приведены в табл. 24. Рассчитайте коэффициент конкордации и охарактеризуйте степень согласованности мнений экспертов. Как количество экспертов может повлиять на степень согласованности их оценок?

Таблица 24

Данные для расчета коэффициента конкордации

Эксперты (m)	Сценарии развития (n)				
	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	1	4	3	5
3	3	2	1	5	4
4	2	4	3	5	1
5	1	3	5	2	4
6	4	1	2	3	5
7	1	2	3	4	5
8	3	2	1	5	4
9	2	4	3	5	1
10	2	1	4	3	5
11	1	3	5	2	4
12	4	2	3	5	1
13	5	2	1	4	3
14	1	3	5	2	4

Окончание табл. 24

Эксперты (<i>m</i>)	Сценарии развития (<i>n</i>)				
	1	2	3	4	5
15	1	4	3	2	5
16	1	2	3	4	5
17	3	2	1	5	4
18	1	3	5	2	4
19	2	1	4	3	5
20	5	4	3	2	1
21	2	4	3	5	1
22	2	1	4	3	5
23	1	2	4	3	5
24	1	3	5	2	4
25	1	2	3	4	5
26	5	4	3	2	1
27	2	1	4	3	5
28	2	4	3	5	1
29	3	2	1	5	4
30	1	2	3	4	5
31	1	3	5	2	4
32	2	1	4	3	5
33	5	4	3	2	1
34	3	2	1	5	4
35	1	2	3	4	5
36	2	1	4	3	5
37	2	1	4	3	5
38	2	4	3	5	1
39	1	2	3	4	5
40	3	2	1	5	4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время макро- и мезоэкономическая прогностика представляет собой методологию прогнозирования развития социально-экономической системы страны (региона).

В свою очередь, система прогнозирования социально-экономического развития страны (региона) означает определенное единство методологии, организации и разработки прогнозов, обеспечивающее их согласованность, преемственность и непрерывность.

Система социально-экономического прогнозирования, включает в себя:

- методологию (понятийный аппарат, цели, принципы, функции, методы, алгоритмы, модели, прогнозные показатели);
- организацию разработки прогнозов (нормативное правовое обеспечение);
- субъекты прогнозирования (органы государственной власти и местного самоуправления, организации, население).

Специфика прогнозирования состоит в том, что из имеющейся информации о состоянии элементов системы, закономерностях и условиях ее развития выводится новая информация о будущем состоянии этой системы. А так как исходная информация частично носит гипотетический характер, то прогнозы, в принципе, вероятностны. Чем сложнее прогнозируемое явление, тем шире круг влияющих на его развитие факторов, и чем продолжительнее период прогноза, тем более гипотетична используемая информация и сильнее проявляется вероятностный характер прогноза.

Под прогнозом понимается комплекс аргументированных предположений (выраженных в качественной и количественной формах) относительно будущих параметров экономической системы.

Прогноз и план имеют в своей природе много общего и являются формами предвидения, различаясь в зависимости от степени конкретизации и характера воздействия на ход исследуемых процессов. Однако план следует рассматривать как более сложную категорию.

Социально-экономическое прогнозирование является неотъемлемой частью процесса управления региональным развитием за счет представления его в качестве вероятностной, научно-обоснованной системы ожидаемых в перспективе показателей уровня социально-экономического развития региона.

Основными целями социально-экономического прогнозирования развития являются:

- выявление тенденций развития экономики, определение вероятных темпов и уровней структурных и территориальных сдвигов в формировании товарных рынков;

- обеспечение преемственности принимаемых решений и оптимальные сочетания партнерских и межрегиональных интересов;
- определение научно-технических, социально-экономических и других проблем, которые должны решаться в интересах будущего и по которым необходима заблаговременная разработка программ их осуществления;
- выявление последствий от принимаемых схем использования природных ресурсов и разработка путей предотвращения отрицательных явлений;
- разработка научных основ функционирования системы региональных и межрегиональных рынков, их инфраструктурного обеспечения;
- определение форм организации управления экономическими, социальными и техническими процессами с учетом развития рыночных отношений и формирования региональных и межрегиональных рынков;
- разработка долгосрочных проектов территориальной организации хозяйства, специализации и развития межрайонной экономической интеграции с учетом специфических региональных условий освоения природных ресурсов, функционирования производства и жизни людей.

Методы прогнозирования социально-экономического развития представляет собой одно из перспективных направлений развития теории государственного и муниципального управления, что обосновано усложнением экономических процессов и запросом на повышение эффективности государственного управления.

Развитие идей и навыков прогнозирования социально-экономических процессов реализуется в курсах Бюджетное планирование и прогнозирование и Исследование социально-экономических и политических процессов программы подготовки бакалавров по направлению 38.03.04 Государственное и муниципальное управление.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабич, Т.Н. Прогнозирование и планирование в условиях рынка: учебное пособие / Т.Н. Бабич, И.А. Козьева, Ю.В. Вертакова, Э.Н. Кузьбожев. – М.: НИЦИНФРА-М, 2013. – 336 с.
2. Бутакова, М.М. Методы экономического прогнозирования: учебное пособие / М.М. Бутакова. – М.: РУСАЙНС, 2016. – 212 с.
3. Невская, Н.А. Макроэкономическое планирование и прогнозирование: учебник и практикум / Н.А. Невская. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 542 с.
4. Светульников, И.С. Методы социально-экономического прогнозирования (в 2 т.). Т. 1. Теория и методология: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.С. Светульников, С.Г. Светульников. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 351 с.
5. Светульников, И.С. Методы социально-экономического прогнозирования (в 2 т.). Т. 2. Модели и методы: учебник и практикум для академического бакалавриата / И.С. Светульников, С.Г. Светульников. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 447 с.

Учебное издание

**Резепин Александр Владимирович,
Амирова Тая Фаилевна,
Лапо Анастасия Сергеевна**

**МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

Учебное пособие

Техн. редактор *А.В. Миних*

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 28.06.2019. Формат 60×84 1/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 4,42. Тираж 50 экз. Заказ 270/339.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76.