

УДК 33.338

Гладилин Александр Васильевич, Гридина Ольга Николаевна

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО КУРСА РУБЛЯ В ОПЕРАТИВНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

В статье рассматриваются вопросы создания адекватной модели прогнозирования зависимости валютного курса национальной валюты от цен на нефть для использования её в оперативном планировании и прогнозировании финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций. Определяются требования к методико-инструментарному аппарату исследований в данной области и предлагается усовершенствованная методика разработки математической модели для оперативного прогнозирования комплекса «цены нефти – валютный курс рубля». Рекомендуются авторский алгоритм расчетов устойчивости и адекватности получаемых характеристик.

Ключевые слова: цены на нефть, валютный курс рубля, прогнозирование взаимозависимости, математическая модель, экономическая интерпретация.

Alexander Gladilin, Olga Gridina

THE MODEL OF FORECASTING THE EXCHANGE RATE OF THE RUBLE IN OPERATIONAL PLANNING AND MANAGEMENT FINANCIAL AND ECONOMIC ACTIVITY

In the article the questions of creation of adequate models that predict the dependence of the exchange rate of the national currency on the price of oil for use in operational planning and forecasting of financial and economic activity of enterprises and organizations. Specifies requirements for the methodical-instrumental unit of research in this area, and proposes an improved method of developing a mathematical model for operational forecasting of the complex «oil price-exchange rate of the ruble». It is recommended that the author's algorithm of calculation of the sustainability and adequacy of the obtained characteristics.

Key words: oil prices, exchange rate, forecasting interdependence, mathematical model, economic interpretation.

Россия является одним из крупнейших в мире поставщиков «черного золота» и основные показатели ее экономики сейчас тесно связаны с эффективностью нефтедобычи. Сложилась ситуация, когда даже небольшие колебания цен на нефть оказывают весьма существенное влияние на деятельность не только «верхних уровней» социально-экономической системы государства, но и низовых её звеньев (предприятия, организации, физические лица).

В глобальной экономической системе рубль – «сырьевая» валюта. В свете того, что почти 50 % российского экспорта – углеводороды, снижение их стоимости на мировых рынках дает основу для ослабления российской экономики, а следовательно, и национальной валюты [2].

Формально эта зависимость представляется достаточно простой и легко прогнозируемой, если цены на нефть на мировом рынке растут, то соответственно экономика России потенциально становится сильнее, если же цены падают, то возникают финансовые и бюджетные проблемы. Однако в реальности зависимость рубля и нефти строится сложнее – не напрямую, а через доллар (сейчас «гегемон» в системе энергобизнеса). В связи с этим складывается достаточно устойчивый тренд, суть которого – чем выше цена на нефть, тем ниже курс американского доллара к российскому рублю.

Основа для данной зависимости состоит в том, что нефть продается за доллары, а внутренний российский бюджет должен наполняться и исполняться в рублях. Поэтому если количество долларов, поступающих от продажи нефти, снижается, то для «сведения» бюджета необходимо увеличение рублевой массы, что можно сделать лишь при помощи девальвации. Это же «правило» действует и в обратную сторону: цена на нефть растет – рубль укрепляется.

Современной наукой и практикой планирования и прогнозирования в России принята концепция «функциональной постоянной зависимости» (авт.) в этих «сплетениях» и определено, что рублевая цена за баррель нефти для бездефицитного бюджета должна оставаться постоянной, по примерной оценке – 3 600 рублей. Тогда имеем:

- $3600 = (\$100 \text{ за баррель}) * (\text{курс } 36 \text{ рублей за доллар});$
- $3600 = (\$50 \text{ за баррель}) * (\text{курс } 72 \text{ рубля за доллар})$ и т. д. [4].

Создана графическая модель, воспроизводящая данную зависимость (рис. 1), в которой основной идеей является принятие факта «эволюционности» динамического ряда и её стационарности. Это означает, что четыре компонента ряда динамики образуют функцию:

$$y = f(T, K, S, \Delta), \quad (1)$$

где T – тренд; K – конъюнктура составляющая; S – сезонные компоненты; Δ – случайное колебание взаимодействуют по аддитивной схеме:

$$y = T + K + S + \Delta \quad (2)$$

и определяют общее направление развития.

Наши исследования [1, 3] показали, что эта модель хорошо «работает» на достаточно продолжительных промежутках времени (средне-, долго-, долгосрочные перспективы) в условиях аддитивности (характер колебаний остается постоянным), но в комплексе оперативного управления точность и вероятность прогнозных характеристик представляется явно недостаточной. Так, на рис. 1 и 2 представлены графики нефтеценовых зависимостей для принимаемой «стационарной» модели (1) и фактических состояний в краткосрочном горизонте (2). Сопоставление динамики и значений показателей свидетельствует о существенных расхождениях в оценках (минимум 10 %). Так при цене барреля марки Brent – 48,10 \$ курс по аддитивной модели прогнозируется в районе 72,5 руб./дол., а по факту 66,1 руб./дол [4].

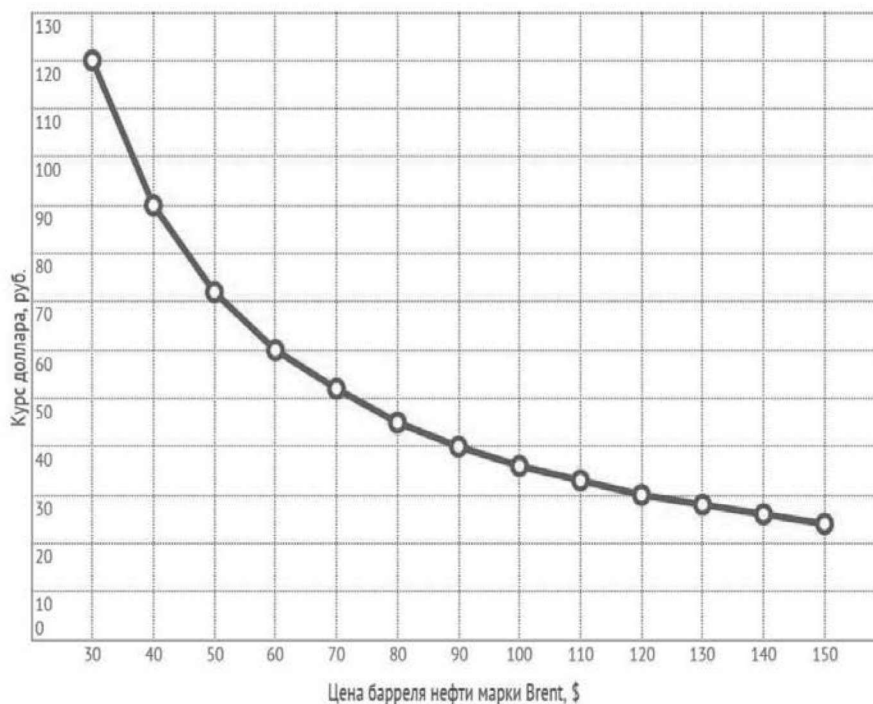


Рис. 1. График аддитивной зависимости

В условиях большого влияния факторного комплекса «цена нефти – доллар – рубль» на функционирование экономики России не только на макро-, но и на микроуровнях возрастает проблема учета его роли в планировании и прогнозировании оперативно-хозяйственной деятельности всех ее субъектов. При этом существенно повышаются требования к методико-инструментарному аппарату, определяющему качества прогнозных характеристик, особенно в части горизонтов прогнозирования, обоснованности и точности количественных оценок. Специфические особенности данной области рыночных отношений, формируемые на основе как объективных, так и субъективных компонентов биржевой деятельности создают особый прогнозный фон, в котором «классические» процедурные схемы прогнозирования сейчас не обеспечивают получения необходимых характеристик. Считаем целесообразным ввести в алгоритм прогноза «цена нефти – валютный курс рубля» ряд, уточненный и дополненный к этапам ориентации, ретроспекции, диагноза, проинспекции и верификации прогнозного моделирования. В связи с этим предлагается следующая схема построения формализованной модели для получения количественных зависимостей между этими факторами (рис. 3).



Рис. 2. График оперативной зависимости

Как видно, в данной методике выделено пять основных этапов, декомпозированных по выполняемым процедурам и получаемым результатам. Их осуществление дает возможность выполнить формулировку прогноза на основе получаемых модельных характеристик.

В предлагаемом подходе акцент делается на более тщательную проработку этапов ретроспекции и диагностики (соответственно 1 и 2), а также проверке адекватности модели с целью максимального приближения теоретической (расчётной) модели зависимости к «реальному режиму времени».

Большое значение при этом имеет решение ряда вопросов, связанных с формированием исходной статистической совокупности для проведения расчётов. Общие требования к репрезентативности выборки в данном случае необходимо увязывать с «линией поведения» показателей временных рядов генеральной совокупности исходя из анализа их периодизации, поскольку при этом очевидной становится, т. к. кусочная динамика развития процессов взаимозависимостей. Это обуславливает необходимость определения «границ кусков» для установления временного отрезка ретроспекции, подлежащего процедуре моделирования, сопровождаемое идентификацией типа и характера ряда.

Определенно, что расчет показателя количественной оценки вариации и его качественную интерпретацию следует строить на вычислении значений коэффициента вариации (V) исходя из зависимости (формула 3):

$$V = \frac{S}{x} * 100\% , \quad (3)$$

где S – среднее квадратное отклонение; x – среднее значение величины.

Проведенные нами расчетные эксперименты по проверке различных статистических гипотез применительно к данным условиям даны основания считать оптимальными следующие характеристики формируемой исходной совокупности (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики формируемой совокупности

Позиция	Наименование	Идентификация
1.1	Тип временного ряда	Моментный с равностоящими уровнями абсолютных стоимостей
1.2	Характер ряда	Эволюционно-осциллятивный
1.3	Критерий выбора границ ряда («кусков»)	Изменение уровня количественной меры волатильности (колеблемости), проводящее к переходу качественной оценки вариации совокупности на другой стандартизированный уровень (I, II, III)

А также использование стандартной шкалы его способствования оценке колеблемости:

I (малая) – $V > 10\%$;

II (средняя) – $10\% < V < 30\%$;

III (высокая) – $V > 30\%$.

Исходя из этого для составления оперативного прогноза нами по результатам расчетов на основе фактических данных 2014–2015 гг. были сформированы параллельные временные ряды цен нефти и валютного курса рубля, образовавшие искомую статистическую совокупность (требуемый результат 1 этапа создания модели) представленную в таблице 2.

Таблица 2

Исходная статистическая совокупность для оперативного прогнозирования

Факторы	Момент ряда				
	01.04.2014	01.05.2014	01.06.2014	01.07.2014	01.08.2014
Нефть	108,07	109,41	112,36	106,02	103,19
Доллар / рубль	35,99	34,71	34,57	34,31	36,04
Факторы	Момент ряда				
	01.09.2014	01.10.2014	01.11.2014	01.12.2014	01.01.2015
Нефть	94,67	85,86	70,15	57,33	52,99
Доллар / рубль	37,99	40,53	47,34	58,35	66,10
Факторы	Момент ряда				
	01.02.2015	01.03.2015	01.04.2015	01.05.2015	01.06.2015
Нефть	62,58	55,11	66,78	65,56	63,59
Доллар / рубль	65,09	61,32	51,97	50,08	55,27

Факторы	Момент ряда				
	01.07.2015	01.08.2015	01.09.2015	01.10.2015	01.11.2015
Нефть	52,21	54,15	48,37	52,54	48,29
Доллар / рубль	56,98	65,50	67,11	63,91	64,37

Обработки этих рядов на втором этапе предполагает получение необходимых данных для определения аппроксимирующей функции и типа модели, коррелирующей их взаимосвязь. Здесь реализуются процедуры построения ситуационной графической модели (СГМ) представляющей характер динамик показателей в данном временном отрезке (соответственно 2.1 и 2.2) и обоснования формы линейности предлагаемой регрессии (2.3). Анализ СГМ (рис.4), показал, что на временных отрезках как оперативного прогнозирования оптимальной формой функции, воспроизводящей зависимость, является прямолинейная вида: $y = a \pm bx$. Расчет её параметров проводится по стандартным методикам статистического изучения взаимосвязей на основе применения метода наименьших квадратов (МНК).

В данном случае вычислительная процедура обработки рядов дала систему нормальных уравнений вида:

$$\begin{cases} 19a + 1420,94b = 963,78 \\ 1420,94a + 116025,85b = 67049,82 \end{cases}$$

На основе ее решения получены эмпирические коэффициенты регрессии $a = 89,29$, $b = -0,5152$, образующие корреляционную модель прогнозирования:

$$y = 89,25 - 0,52x \quad (4)$$

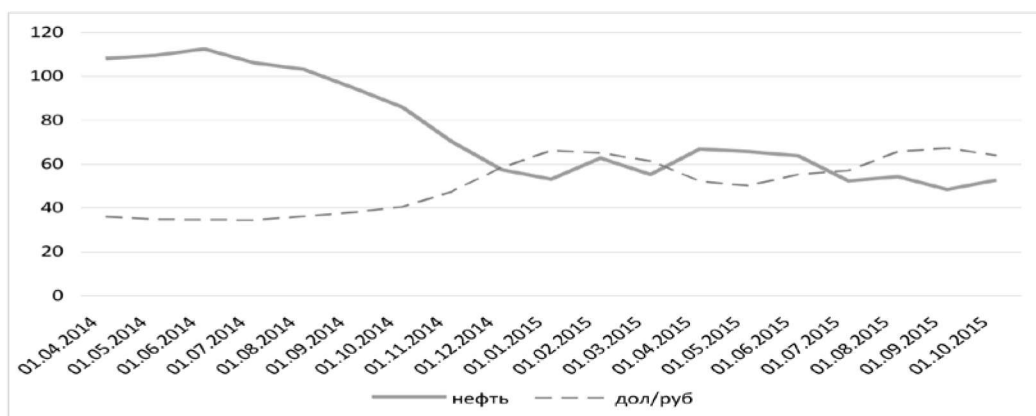


Рис. 4. Ситуационная модель коррелируемых показателей прогноза

МНК дает наилучшие (состоятельные, эффективные и несмещенные) оценки при соблюдении ряда условий и предпосылок, поэтому важным элементом данной методики является проверка устойчивости и адекватности полученной модели регрессии (этап 4).

Этап проверки устойчивости и адекватности включает процедуры определения статистических характеристик, необходимых для оценок значимости и точности показателей полученной математической модели. Считаем целесообразным рекомендовать его по следующему субалгоритму, включающему две «ветви» (рис. 5). В первой ветви исходным моментом расчетов и анализа является нахождение значения коэффициента корреляции и его оценка связей по шкале Чеддока состоящей из пяти уровней:

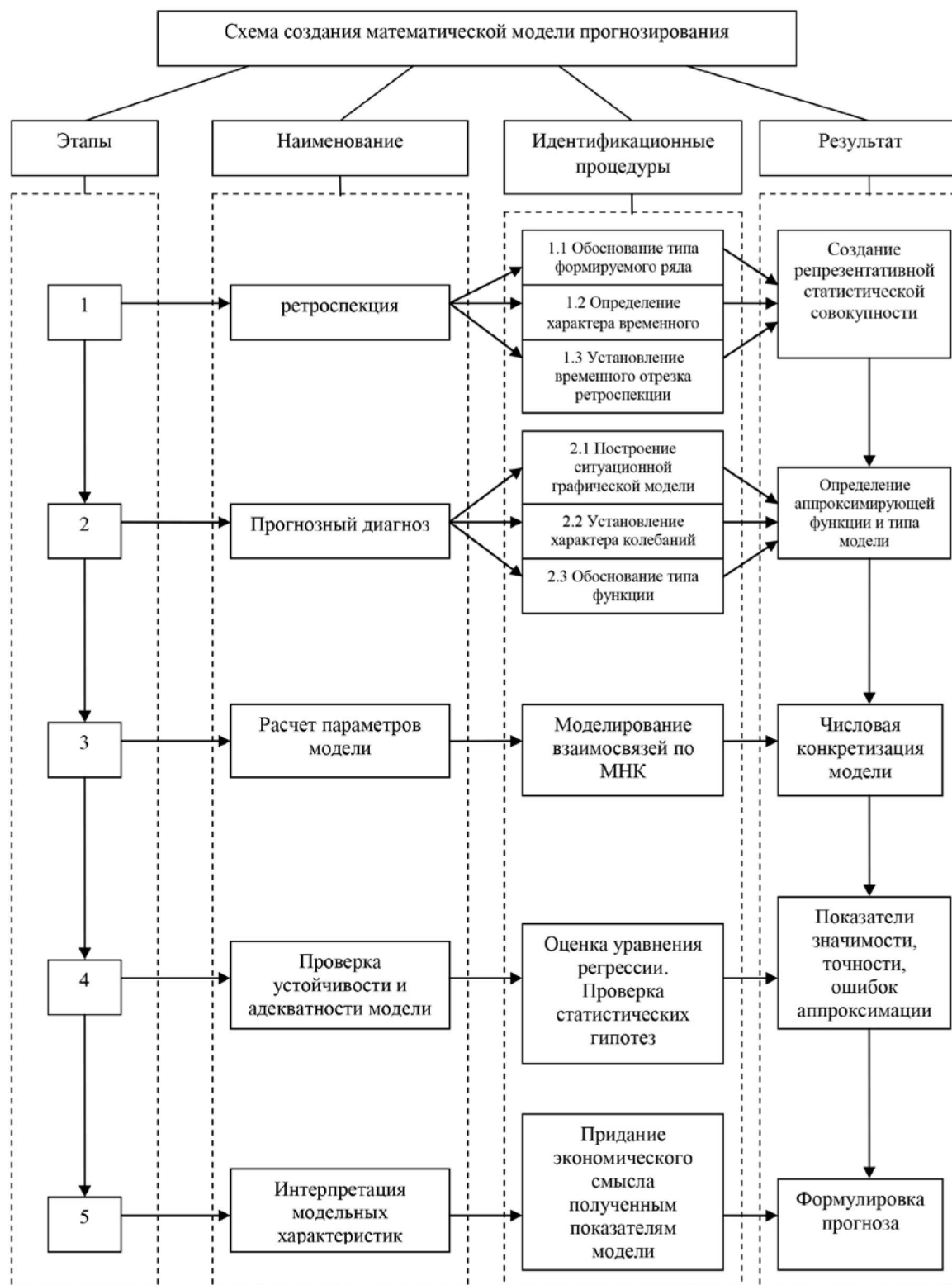


Рис. 3. Схема алгоритма построения прогнозной модели
«цена нефти – валютный курс рубля»

- I – $0,1 < r_{xy} < 0,3$; – слабая
 II – $0,3 < r_{xy} < 0,5$; – умеренная
 III – $0,5 < r_{xy} < 0,7$; – заметная
 IV – $0,7 < r_{xy} < 0,9$; – высокая
 V – $0,9 < r_{xy} < 1$; – весьма высокая.

Полученное значение $r_{xy} = -0,953$, свидетельствует о весьма высокой тесноте связи (уровень V). Для подтверждения коэффициента корреляции на основе критерия Стьюдента (t) рассматриваются конкурирующие гипотезы (H_0 – нулевая и H_1 – значимости). В данном случае имеем:

$$t = r_{xy} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}} = 0,953 \frac{\sqrt{17}}{\sqrt{1-0,953^2}} = 12,93 > t_{\text{табл}} = 2,11, \quad (5)$$

Т. е. значимость r_{xy} подтверждается в достаточной мере, а нулевая гипотеза отвергается. Доверительный интервал для коэффициента корреляции определяется соотношением:

$$\left(r_{xy} - t_{\text{табл}} \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}; r + t_{\text{табл}} \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} \right) \quad (6)$$

и составляет $(-1; -0,797)$.

Данные характеристики показывают правильность избранного подхода, предпринятого к формированию исходной статистической совокупности, типам функции и модели.

В соответствии со второй ветвью алгоритма проводится определение характеристик уравнения регрессии по трем уровням оценок. Во-первых, оценивается качество уравнения регрессии с помощью абсолютной аппроксимации. Средняя ошибка аппроксимации – среднее отклонение расчетных значений от фактических:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y_i - y_u| : y_i}{n} 100\%, \quad (7)$$

Ошибка аппроксимации в пределах 5–7 % свидетельствует о хорошем подборе уравнения регрессии к исходным данным.

$$\bar{A} = \frac{1,59}{19} 100\% = 6,1\%, \quad (8)$$

В среднем, расчетные значения отклоняются от фактических на 6,1 %. Поскольку ошибка меньше 7 %, то данное уравнение можно использовать в качестве регрессии.

Затем осуществляется определение оценок коэффициентов регрессии по стандартной ошибке. Несмещенной оценкой дисперсии возмущений является величина:

$$S^2 = \frac{\sum (y_i - y_x)^2}{n - m - 1}, \quad (9)$$

$$S^2 = \frac{263,26}{17} = 15,486, \quad (10)$$

где $S^2 = 15,486$ – необъясненная дисперсия (мера разброса зависимой переменной вокруг линии регрессии).

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{15,482} = 3,94, \quad (11)$$

где $S = 3,94$ – стандартная ошибка оценки (стандартная ошибка регрессии) – вполне приемлема.

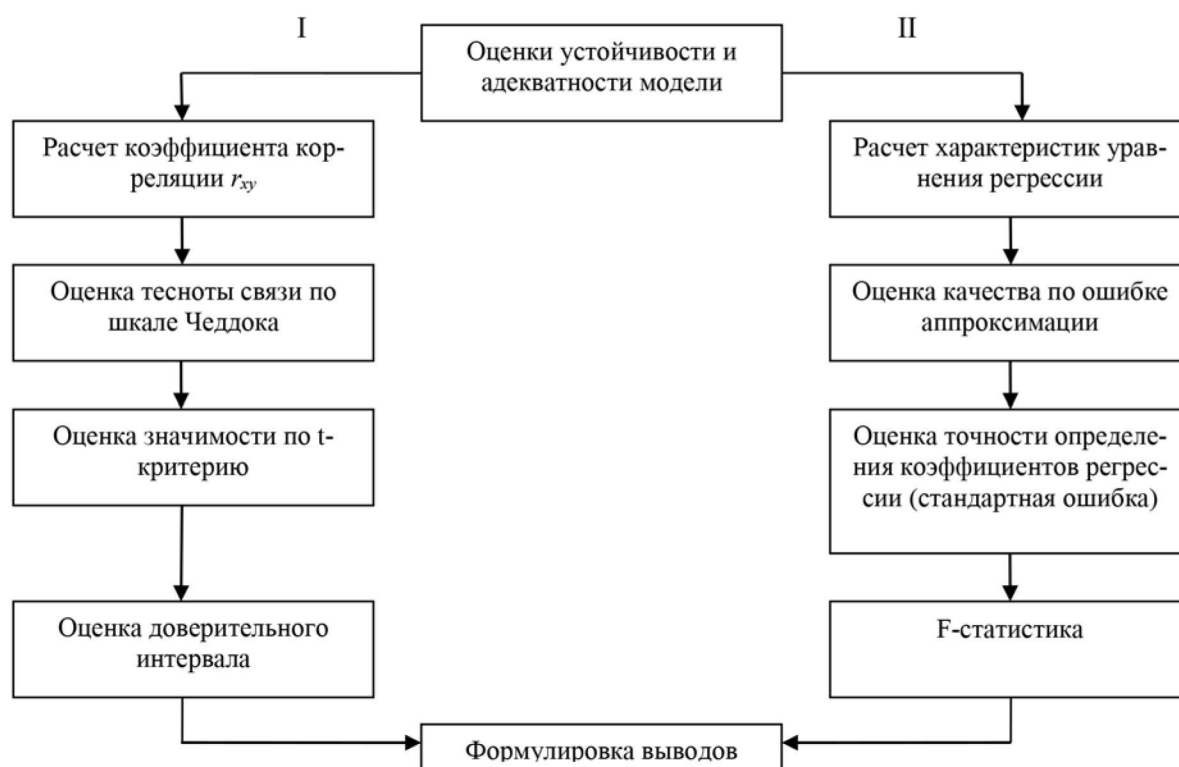


Рис. 5. Схема субалгоритма оценки устойчивости и адекватности прогнозной модели

Завершающим пунктом оценки является проверка существенности уравнения регрессии в целом. Проверка значимости модели регрессии проводится с использованием F -критерия Фишера, расчетное значение которого находится как отношение дисперсии исходного ряда наблюдений изучаемого показателя и несмещенной оценки дисперсии остаточной последовательности для данной модели.

Если расчетное значение с $k1=(m)$ и $k2=(n-m-1)$ степенями свободы больше табличного при заданном уровне значимости, то модель считается значимой, где m – число факторов в модели.

Для полученной модели имеем:

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

$$F = \frac{0,9077 * 19 - 1 - 1}{1 - 0,9077 * 1} \quad (13)$$

Табличное значение ($F_{табл}$) со степенями свободы $k1 = 1$; $k2 = 17$ составляет $F_{табл} = 4,45$, т. е. соблюдается зависимость $F > F_{табл}$, и найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна, влияние структурных изменений на динамику признака признается значимым, а кусочно-линейное моделирование правомерным. Таким образом, полученная модель по всем обозначенным характеристикам может быть адекватна и достаточно устойчива.

На пятом этапе предложенной методики осуществляется «накопление» модели экономическим содержанием характеристик с целью их использования непосредственно в оперативном прогнозировании. В частности, наряду с интерпретацией значений коэффициентов регрессии, показывающих возможные абсолютные параметры изменений результативного признака целесообразно опреде-

ние коэффициента эластичности. Средний коэффициент эластичности E показывает, на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат y от своей средней величины при изменении фактора x на 1 % от своего среднего значения.

Коэффициент эластичности находится по формуле:

$$E = \frac{\partial y_x}{\partial x^y} = b \frac{x}{y}, \quad (14)$$

$$E = -0,52 \frac{74,79}{50,73} = -0,76. \quad (15)$$

Использование этого показателя, как относительной величины позволяет существенно упростить прогнозные «прикладные» расчеты, весьма важные для оперативного планирования и управления.

В целом же данная методика направлена на развитие системного подхода и комбинаторики в экономическом прогнозировании, а также обеспечение сочетания интуитивных и формализованных методов в управленческой деятельности.

Литература

1. Гладилин А. В., Хашкуева Б. М. Особенности использования методов прогнозирования при изучении функционирования и развития региональных систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. Ч. 3. № 7 (14). Екатеринбург: Изд-во МНИЖ, 2013.
2. Гладилин А. В., Ушвицкий Л. И. Проблема кредитования нефтегазового сектора в современных условиях // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2014. № 3. М.: Изд-во ВНИИОЭНГ, 2014.
3. Гладилин А. В., Гридина О. Н. Организация инновационной деятельности на предприятиях нефтегазового комплекса // Молодые экономисты. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015.
4. Investing.com. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.investing.com/commodities/brent-oil> (дата обращения: 01.11.2015).