

УДК 338.27:665.6

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПРОСА НА НЕФТЬ

Лушников И.С.,

Магистр,

Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С.П. Королева,

Самара, Россия

1

Аннотация. В работе рассматриваются теоретические и методологические аспекты прогнозирования спроса на нефть в условиях современной мировой экономики и энергетического перехода. Обоснована актуальность исследования, связанная с ключевой ролью углеводородов в глобальном энергобалансе, высокой волатильностью цен и значительным влиянием геополитических факторов. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода и сочетания различных моделей для повышения точности прогнозов и принятия обоснованных экономических решений.

Ключевые слова: спрос на нефть, энергетический рынок, экономические модели, эконометрическое моделирование, прогнозирование, нефтяная отрасль, мировая экономика, энергопереход, ценовая конъюнктура, методология анализа.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL MODELS FOR DETERMINING OIL DEMAND

¹ *Научный руководитель - В.Д. Богатырев, Профессор, доктор экономических наук, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия*

Lushnikov I.S.,

Master's Student,

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev,

Samara, Russia

2

Abstract. The paper examines the theoretical and methodological aspects of forecasting oil demand in the context of the modern global economy and the energy transition. The relevance of the study is substantiated by the key role of hydrocarbons in the global energy balance, high price volatility, and the significant impact of geopolitical factors. The study concludes that a comprehensive approach and the combination of various models are necessary to improve forecast accuracy and support well-informed economic decision-making.

Keywords: oil demand, energy market, economic models, econometric modeling, forecasting, oil industry, global economy, energy transition, price environment, analytical methodology.

Введение

Нефтяная отрасль на протяжении длительного времени остаётся одной из ключевых составляющих мировой энергетической системы и глобальной экономики. Несмотря на активное развитие альтернативных источников энергии и усиление международной климатической повестки, нефть продолжает занимать значительную долю в структуре мирового энергопотребления. По оценкам аналитических и научных центров, углеводородные ресурсы будут

² **V.D. Bogatyrev,** *Professor, Doctor of Economic Sciences, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia*

сохранять системообразующее значение для энергетического баланса как минимум в среднесрочной перспективе [1].

Особую значимость нефть представляет для транспортного сектора, где она остаётся практически безальтернативным источником энергии. Кроме того, нефть является важнейшим сырьём для нефтехимической промышленности, обеспечивая производство пластиков, синтетических материалов, смазочных веществ, битумов и других продуктов, широко используемых в строительстве и промышленности [2]. Таким образом, динамика спроса на нефть оказывает комплексное влияние на развитие ключевых отраслей экономики.

В условиях глобальной нестабильности, усиления геополитических противоречий, санкционного давления и трансформации мировой энергетической архитектуры возрастает роль аналитических инструментов, позволяющих оценивать перспективы нефтяного рынка. Одним из таких инструментов является прогнозирование спроса на нефть, которое лежит в основе инвестиционных решений, бюджетного планирования и формирования энергетической политики государств [3].

Для России проблема прогнозирования спроса на нефть имеет особое значение. Нефтегазовые доходы формируют значительную часть федерального бюджета и оказывают влияние на макроэкономическую устойчивость, уровень занятости и социально-экономическое развитие регионов. В условиях переориентации экспортных потоков и изменения структуры мирового спроса необходимость повышения точности прогнозов становится особенно актуальной [4].

Цель и задачи исследования

Целью исследования является комплексный анализ современных подходов к прогнозированию спроса на нефть с учётом особенностей функционирования мирового и российского нефтяного рынка.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- систематизировать применяемые в научной практике модели прогнозирования;
- выявить ограничения существующих методов прогнозирования;
- определить значение прогнозов спроса для энергетической и экономической политики Российской Федерации.

Основная часть

Спрос на нефть формируется под воздействием совокупности макроэкономических, технологических, институциональных и социально-политических факторов. К числу базовых детерминант относятся темпы экономического роста, уровень индустриализации, динамика транспортных перевозок, структура энергопотребления и ценовая конъюнктура мирового нефтяного рынка [5].

Одним из важнейших факторов, влияющих на спрос, является состояние мировой экономики. В периоды экономического роста наблюдается увеличение промышленного производства и транспортной активности, что приводит к росту потребления нефти. Напротив, в условиях кризисов и рецессий спрос на нефть сокращается, что было наглядно продемонстрировано в период мирового финансового кризиса 2008 года и пандемии COVID-19 [6].

В научной литературе прогнозирование спроса на нефть традиционно осуществляется с использованием статистических, эконометрических методов и моделей временных рядов.

Статистические модели позволяют выявлять тренды и сезонные колебания спроса, однако их применение ограничено при резких структурных изменениях экономики [7].

Статистические модели включают методы:

1) Линейный тренд: предполагает, что спрос на нефть изменяется с постоянной скоростью во времени. Модель имеет вид:

$$Y_t = a + b_t + \varepsilon_t, \quad (1)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , a - константа (начальный уровень спроса), b - коэффициент тренда (скорость изменения спроса), а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для анализа временных рядов с выраженным линейным трендом. Не учитывает нелинейности, цикличности и других факторов, влияющих на спрос. Плохо подходит для долгосрочных прогнозов.

2) Экспоненциальный тренд: предполагает, что спрос на нефть растет или снижается с постоянным темпом. Модель имеет вид:

$$Y_t = a * \exp(bt) * \varepsilon_t, \quad (2)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , a - константа (начальный уровень спроса), b - темп изменения спроса, а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для анализа временных рядов с выраженным экспоненциальным трендом. Не учитывает нелинейности и другие факторы, влияющие на спрос.

3) Полиномиальный тренд: предполагает, что спрос изменяется в соответствии с полиномиальной функцией, что позволяет учитывать более сложные нелинейные зависимости. Модель имеет вид:

$$Y_t = a + b_t + c_t^2 + \dots + \varepsilon_t, \quad (3)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , a , b , c - константы, определяющие форму кривой, а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для анализа временных рядов с нелинейным, но относительно плавным трендом. Может быть не очень точной при экстраполяции за пределы имеющихся данных.

4) Простое скользящее среднее (SMA): сглаживает временной ряд путем усреднения данных за определенный период времени.

$$SMA_t = (Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}) / n, \quad (4)$$

где SMA_t - скользящее среднее в момент времени t , Y_t - спрос на нефть в момент времени t , а n - период усреднения.

Подходит для сглаживания краткосрочных колебаний и выявления более долгосрочных трендов. Зависит от выбора периода усреднения, не учитывает будущих изменений и запаздывает за трендом.

5) Взвешенное скользящее среднее (WMA): Придает больший вес более новым данным, что позволяет модели быстрее реагировать на изменения в тренде.

$$WMA_t = (w_1 * Y_t + w_2 * Y_{t-1} + \dots + w_n * Y_{t-n+1}) / (w_1 + w_2 + \dots + w_n), \quad (5)$$

где WMA_t - взвешенное скользящее среднее в момент времени t , Y_t - спрос на нефть в момент времени t , w_n - веса, определяемые пользователем, а n - период усреднения.

Подходит для ситуаций, когда последние данные более важны для прогноза. Требуется определения весов, не учитывает будущих изменений.

6) Аддитивная модель: предполагает, что сезонные колебания добавляются к базовому уровню спроса. Модель имеет вид:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t, \quad (6)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , T_t - трендовая компонента, S_t - сезонная компонента, а ε_t - случайная ошибка.

7) Мультипликативная модель: предполагает, что сезонные колебания умножаются на базовый уровень спроса. Модель имеет вид:

$$Y_t = T_t * S_t * \varepsilon_t \quad (7)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , T_t - трендовая компонента, S_t - сезонная компонента, а ε_t - случайная ошибка.

Подходят для анализа временных рядов с выраженной сезонностью, например, спроса на топливо в зимний период.

Эконометрические модели ориентированы на анализ взаимосвязи спроса на нефть с макроэкономическими показателями, такими как валовой внутренний продукт, уровень доходов населения и цены на энергоресурсы. Преимуществом данных моделей является возможность количественной оценки влияния

отдельных факторов, однако результаты во многом зависят от качества исходной информации и корректности модельных предположений [8].

Эконометрические модели включают методы:

1) Обычная линейная регрессия (OLS - Ordinary Least Squares): это базовый метод, который предполагает линейную зависимость между зависимой переменной (спросом на нефть) и одной или несколькими независимыми переменными (например, ценой на нефть, ВВП, промышленным производством).

Модель имеет вид:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t, \quad (8)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , X_{1t} , X_{2t} , ..., X_{kt} - независимые переменные, β_0 - константа (свободный член), β_1 , β_2 , ..., β_k - коэффициенты регрессии, а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для выявления взаимосвязи между спросом и различными факторами. Предполагает линейную зависимость, может быть чувствительной к выбросам.

2) Множественная регрессия: это расширение OLS, которое позволяет включать несколько независимых переменных в модель. Используется, когда спрос на нефть зависит от нескольких факторов одновременно.

3) Модели с переменным лагом (Distributed Lag Models): учитывают, что влияние некоторых факторов на спрос может проявляться не сразу, а с определенным временным лагом.

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \varepsilon_t, \quad (9)$$

где Y_t - спрос в момент времени t , X_t - фактор влияния, а β_i - коэффициенты, отражающие влияние этого фактора с соответствующим лагом.

Подходят для анализа влияния ценовых изменений или экономических показателей на спрос с задержкой. Сложность определения оптимального лага, требует больших объемов данных.

4) Нелинейная регрессия: в случае, если линейная модель не подходит, используются нелинейные модели, которые описывают нелинейную зависимость между спросом и влияющими факторами. Модели имеют различный вид (например, экспоненциальные, логарифмические и т.п.) Подходит для учета нелинейных зависимостей, например, спрос может быть нелинейно зависим от ВВП. Модели могут быть сложными для оценки и интерпретации.

5) Модели коррекции ошибок (ECM - Error Correction Models): используется для анализа долгосрочных и краткосрочных связей между переменными. Она предполагает, что отклонения от долгосрочного равновесия вызывают корректирующее поведение переменных в краткосрочном периоде.

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_1 \Delta X_t + \gamma(Y_{t-1} - \lambda X_{t-1}) + \varepsilon_t, \quad (10)$$

где ΔY_t и ΔX_t - изменения спроса и влияющего фактора, $(Y_{t-1} - \lambda X_{t-1})$ - ошибка отклонения от долгосрочного равновесия, а γ - коэффициент коррекции ошибок.

Позволяет учесть как краткосрочные колебания, так и долгосрочные взаимосвязи между спросом и факторами влияния. Требуется определения коинтеграционных соотношений, может быть сложно интерпретировать.

Модели временных рядов широко применяются для краткосрочного прогнозирования и анализа волатильности. Они позволяют учитывать инерционность спроса и влияние прошлых значений показателей на текущую динамику. Вместе с тем такие модели, как правило, не отражают фундаментальные изменения, связанные с энергетическим переходом и развитием альтернативных технологий [9].

Модели временных рядов включают методы:

1) Авторегрессионные модели (AR - Autoregressive): предполагает, что текущее значение временного ряда зависит от его прошлых значений. Модель AR(p) имеет вид:

$$Y_t = c + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (11)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ - коэффициенты авторегрессии, p - порядок авторегрессии (количество прошлых значений, учитываемых в модели), а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для временных рядов, демонстрирующих тренд или цикличность, где текущее значение зависит от прошлых. Модель предполагает стационарность временного ряда (среднее и дисперсия не меняются со временем), что не всегда выполняется для данных спроса на нефть. Не учитывает влияние других факторов.

2) Модели скользящего среднего (MA - Moving Average): предполагает, что текущее значение временного ряда зависит от прошлых ошибок прогноза. Модель MA(q) имеет вид:

$$Y_t = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (12)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , μ - среднее значение ряда, $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ - коэффициенты скользящего среднего, q - порядок скользящего среднего (количество прошлых ошибок, учитываемых в модели), а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для временных рядов, в которых присутствуют случайные колебания или непредсказуемые шоки. Модель также предполагает стационарность, не учитывает влияние прошлых значений ряда.

3) Модели авторегрессии-скользящего среднего (ARMA - Autoregressive Moving Average): объединяет AR и MA компоненты, предполагая, что текущее значение временного ряда зависит как от прошлых значений ряда, так и от прошлых ошибок прогноза. Модель ARMA(p, q) имеет вид:

$$Y_t = c + \varphi_1 Y_{t-1} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (13)$$

где Y_t - спрос на нефть в момент времени t , φ_i - коэффициенты авторегрессии, θ_i - коэффициенты скользящего среднего, p и q - порядки AR и MA соответственно, а ε_t - случайная ошибка.

Подходит для широкого спектра временных рядов, демонстрирующих как тренд, так и случайные колебания. Также предполагает стационарность, и требует правильно подобрать значения p и q .

4) Модели авторегрессии-интегрированного-скользящего среднего (ARIMA - Autoregressive Integrated Moving Average): является расширением ARMA, которое учитывает нестационарность временного ряда путем его дифференцирования. Модель ARIMA (p, d, q) имеет вид:

$$\Delta d Y_t = c + \varphi_1 \Delta d Y_{t-1} + \dots + \varphi_p \Delta d Y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t, \quad (14)$$

где $\Delta d Y_t$ - дифференцированный ряд порядка d , φ_i - коэффициенты авторегрессии, θ_i - коэффициенты скользящего среднего, p, d и q - порядки AR, интеграции (дифференцирования) и MA соответственно.

Подходит для временных рядов, которые могут быть нестационарными, что характерно для данных о спросе на нефть. Требуется определения оптимального порядка дифференцирования (d) и выбора значений p и q .

5) Модели GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity): применяются для анализа волатильности временных рядов, а не самого уровня спроса. Эти модели позволяют оценить, как меняется дисперсия ошибок со временем, и могут быть полезными для учета нестабильности на рынке нефти. Модель GARCH (p, q) имеет вид:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2, \quad (15)$$

где σ_t^2 — условная дисперсия, а ε — случайная ошибка.

Используются для прогнозирования волатильности, что важно для риск-менеджмента и анализа финансовых рынков.

Сочетание различных моделей прогнозирования спроса на нефть крайне важно для повышения точности и надёжности прогнозов. Разные модели, учитывающие различные факторы, могут компенсировать ограничения каждой отдельной модели.

Дополнительную сложность прогнозированию спроса на нефть придаёт высокая волатильность нефтяного рынка, обусловленная геополитическими конфликтами и решениями крупнейших стран-производителей. История нефтяного рынка содержит множество примеров ошибочных прогнозов, которые приводили к значительным экономическим потерям и нестабильности [10].

Для Российской Федерации прогнозирование спроса на нефть является ключевым элементом стратегического планирования. От точности прогнозов зависят параметры федерального бюджета и инвестиционные программы нефтяных компаний [11]. В условиях изменения географии экспорта и усиления конкуренции на азиатских рынках возрастает значение комплексных и адаптивных моделей прогнозирования [12].

Результаты исследования

В ходе исследования установлено, что существующие методы прогнозирования спроса на нефть не позволяют в полной мере учесть всю совокупность факторов, определяющих динамику нефтяного рынка. Использование отдельных моделей без их комбинирования приводит к снижению точности прогнозов, особенно в условиях высокой неопределённости.

Наиболее обоснованные результаты достигаются при комплексном подходе, включающем сочетание эконометрических моделей, анализа временных рядов и сценарного прогнозирования. Такой подход позволяет учитывать как количественные параметры, так и качественные факторы, включая геополитические риски и структурные изменения в мировой энергетике [13].

В условиях энергетического перехода особую значимость приобретает разработка долгосрочных сценариев спроса на нефть, учитывающих возможное замедление темпов роста потребления и постепенное снижение его уровня в отдельных секторах экономики [14].

Заключение

Мировой рынок нефти остаётся важнейшим элементом глобальной экономической системы, несмотря на активное развитие возобновляемых источников энергии. Высокая волатильность, геополитическая нестабильность и ускоряющийся энергетический переход существенно осложняют процесс прогнозирования спроса на нефть.

Для России прогнозирование спроса на нефть имеет стратегическое значение, поскольку нефтегазовый сектор продолжает играть ключевую роль в формировании доходов бюджета и обеспечении экономической стабильности. Развитие комплексных и адаптивных методов прогнозирования является необходимым условием повышения эффективности энергетической политики и обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны [15].

Библиографический список

1. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года / под ред. А. А. Макарова. – М.: ИНЭИ РАН, 2021.
2. Коржубаев, А. Г. Экономика нефтяной промышленности России. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020.
3. Крюков, В. А. Нефтегазовый комплекс в экономике России. – М.: Наука, 2019.
4. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. – М.: Минэнерго РФ, 2020. – on-line.
5. Фролов, И. Э. Глобальные рынки нефти и газа. – М.: ИМЭМО РАН, 2021.
6. Гурвич, Е. Т. Макроэкономические шоки и энергетические рынки // Вопросы экономики. – 2020. – № 6.
7. Иванов, С. А. Методы анализа временных рядов в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2019.

8. Сухарев, О. С. Эконометрические методы в энергетике. – М.: КНОРУС, 2020.
9. Пономарева, Н. В. Волатильность нефтяных рынков // Экономический анализ. – 2021. – № 4.
10. Ергин, Д. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть. – М.: Альпина Паблишер, 2022.
11. Глазьев, С. Ю. Стратегическое планирование в условиях нестабильности. – М.: Экономика, 2020.
12. Лавров, А. М. Экспорт энергоресурсов России в Азию. – М.: ИД ВШЭ, 2021. – 198 с.
13. Капитонов, И. А. Сценарное прогнозирование в энергетике // Энергетическая политика. – 2022. – № 5.
14. Мастепанов, А. М. Энергетический переход: риски и возможности // Нефть, газ и бизнес. – 2021. – № 3.
15. Бушуев, В. В. Будущее мировой энергетики. – М.: Энергоатомиздат, 2023.