

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Татьяна Юрьевна КУДРЯВЦЕВА ^{a,*},

Евгения Александровна КОЗЛОВА ^b

^a доктор экономических наук, профессор Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация
tankud28@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1403-3447>
SPIN-код: 6096-2504

^b аспирантка Высшей инженерно-экономической школы,
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Российская Федерация,
kozlovaevgeiya@list.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: отсутствует

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 155/2022
Получена 27.03.2022
Получена в
доработанном виде
06.04.2022
Одобрена 17.04.2022
Доступна онлайн
28.04.2022

УДК 338.4

JEL: C53, F47

Ключевые слова:

модель VARMA,
моделирование спроса,
прогнозирование спроса,
высокочастотные
данные, управленческие
решения

Аннотация

Предмет. В связи с усложнившейся экономической и политической ситуацией на европейском газовом рынке, вызванной проведением мероприятий, направленных на демополилизацию рынка, следствием которой является введение санкций и ограничений со стороны американского правительства, а также правительств европейских стран, ограничивающих реализацию стратегических инвестиционных проектов по транзиту газа на территории Европы, увеличилась необходимость повышения гибкости компаний-экспортеров и трейдеров газа для обеспечения стабильности и бесперебойности поставок на европейском газовом рынке. На сегодняшний день в специализированной литературе в полной мере не представлены научно обоснованные методики и алгоритмы, в соответствии с которыми может быть принято управленческое решение по указанной проблеме.

Цели. Разработка методики, позволяющей качественно и количественно обосновать целесообразность формирования определенного портфеля мощностей, а также оценить эффекты от его внедрения.

Методология. Используются общенаучные методы исследования.

Результаты. Представлены результаты разработки и апробации модели, позволяющей проводить моделирование, прогнозирование высокочастотных временных рядов с использованием эконометрических моделей VARMA и ARIMA, для принятия точных и обоснованных управленческих краткосрочных и среднесрочных решений, а также для формирования стратегии развития предприятия нефтегазовой отрасли.

Выводы. Полученные на основе разработанной модели результаты соответствуют качественной и количественной оценке Международного энергетического агентства, что подтверждает релевантность модели для использования в нефтегазовой отрасли. Результаты исследования могут быть применены в учебном процессе по направлениям «макроэкономика», «эконометрика», при осуществлении оперативного и стратегического

планирования на предприятии, для продолжения исследований и разработок, включая апробацию на предприятиях других секторов и отраслей.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Кудрявцева Т.Ю., Козлова Е.А. Использование эконометрических моделей для принятия управленческих решений на предприятиях нефтегазовой отрасли // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2022. – Т. 21, № 4. – С. 765 – 779.
<https://doi.org/10.24891/ea.21.4.765>

В настоящее время европейскому газовому рынку присущи следующие основные характеристики¹:

- возможность обеспечения гибкости поставок за счет национальной производительности снижается, что связано в первую очередь со снижением национальной добычи, а также сокращением числа проектов строительства подземных хранилищ газа для обеспечения спроса на национальном рынке;
- возросшие риски строительства подземных хранилищ, что обусловлено ростом затрат на строительство инвестиционных объектов, а также повышением цен на буферный газ, используемый в технических целях для обеспечения работы хранилищ;
- демонополизация рынка и, как следствие, повышение конкуренции и усиление контроля со стороны европейского регулятора;
- глобализация рынка как способ обеспечения гибкости на территории европейских стран для сглаживания неравномерности спроса и предложения.

В зарубежной научной литературе гибкость определяется как максимальная требуемая мощность по сравнению с теоретически определенной базовой величиной, соответствующей 100% нагрузке. Выделяются два актуальных понятия гибкости²:

- суточная гибкость (суточная поставка), соответствующая максимальному ежедневному предложению в летний период (с апреля по октябрь);
- гибкость в зимний период, соответствующая максимальному ежедневному предложению в зимний период (с ноября по март).

При этом суточная гибкость рассчитывается следующим образом:

Суточная гибкость = $1/20$ Пикового дневного спроса – Среднесуточный спрос,

¹ It Don't Mean a Thing, If It Ain't Got That Swing: Why Gas Flexibility Is High on the Agenda for Russia and Europe. URL: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/02/It-Dont-Mean-a-Thing-If-It-Aint-Got-That-Swing-Why-Gas-Flexibility-Is-High-on-the-Agenda-for-Russia-and-Europe-Energy-Insight-48.pdf>

² Там же.

где *Пиковый дневной спрос* – 1/20 пикового спроса в любой день в году;

Среднесуточный спрос – нормальное годовое потребление, деленное на количество дней в году.

Суточная гибкость = 1/50 *Пикового дневного спроса* – 5 *Среднемесячный спрос*,

где *Пиковый дневной спрос* – 1/50 спроса в любой день в году;

Среднемесячная потребность – среднемесячный спрос в году, деленный на 12 месяцев.

Существуют четыре основных инструмента обеспечения гибкости [1]:

- газ, добытый в стране потребления;
- импорт газа;
- использование подземных хранилищ;
- прерываемые контракты.

При этом существуют риски, которые могут способствовать снижению гибкости:

- технические;
- политические;
- нарушение транзита.

В то же время на высокую неопределенность поведения всех участников газового рынка наложила всемирная пандемия 2019–2020 гг. В частности, по оценкам Международного энергетического агентства, спрос на газ в 2020 г. по сравнению с 2019 г. упал на 3,3%, что в первую очередь обусловлено снижением потребления и временной приостановкой и/или снижением производственного и транспортного секторов экономики. Тем не менее на начало 2021 г. влияние пандемии на энергетический сектор все так же оставалось высоким, а период восстановления экономики в целом и энергетического сектора в частности – сложно прогнозируемым³.

В связи с глобализацией европейского газового рынка и переходом от регионального рынка к общенациональному происходит размывание границ между торговыми зонами – рынок становится более широким, а границы открытыми. В рамках реализации мероприятий по обеспечению гибкости становится особенно важной оценка критериев формирования оптимального портфеля и использования инструментов таким образом, чтобы сгладить неравномерность спроса и

³ World Energy Outlook 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020#executive-summary>

предложения между торговыми зонами и использовать мощности, доступные рынкам.

В связи с этим становятся актуальными оценка и прогнозирование спроса и предложения газа на европейском рынке, а также определение подходов к формированию необходимого уровня гибкости, путей ее обеспечения исходя из потребностей и существующей инфраструктуры страны в целом и торговой зоны в частности [2–10].

Кроме того, представляется целесообразным использовать диверсифицированный портфель мощностей для обеспечения гибкости поставок. Дифференцированный портфель мощностей состоит из совокупности описанных ранее инструментов. При этом для создания оптимального портфеля вес каждого из них должен определяться исходя из критериев оптимальности, релевантных именно для этого инструмента с учетом того, что формирование портфеля мощностей призвано обеспечить исполнение обязательств по портфелю контрактов на поставку с минимальными на это затратами.

Целью нашего исследования является разработка методики формирования оптимального портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли с учетом специфики индустрии для обеспечения рыночной гибкости и ее апробация на примере формирования портфеля мощностей для трех рыночных зон – NCG (Германия), GASPOOL (Германия), A VTP (Австрия).

Актуальным вопросом при проведении исследований и подготовке предложений по формированию портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли является оценка колебаний рыночного спроса на газ для обеспечения рыночной гибкости. Основными инструментами ее обеспечения является комбинирование использования трубопроводного газа, ресурсов подземных хранилищ, инструментов трейдинга. Однако для оценки потребности в перечисленных инструментах необходима точная прогнозная оценка суточного спроса на газ в каждом отдельном регионе поставки, которые представляют собой высокочастотный временной ряд.

Высокочастотность этих данных, а также необходимость рассматривать взаимосвязи между несколькими временными рядами в связи с происходящей глобализацией европейского газового рынка делает их анализ исключительно с применением экономической теории сложнореализуемым, поэтому для анализа и прогнозирования целесообразно применение математико-статистических методов.

Для оценки потребности в мощностях и формирования предложения по портфелю нами разработана модель с использованием следующего алгоритма.

1. Прогнозирование показателей спроса на газ в Австрии и Германии с использованием модели VARMA.

2. Прогнозирование объема совокупного ресурса, подаваемого на экспорт, с использованием модели ARIMA.
3. Определение доли ресурса, подаваемого на экспорт в направлении Австрии и Германии, на основе данных Росстата и ФТС России.
4. Приведение прогнозных данных к соизмерным единицам (в том числе конвертация из энергетических единиц измерений в объемные, посуточная детализация показателей).
5. Применение корректировочных коэффициентов с учетом доли ресурса, целевых показателей экспорта, статистического соответствия, качественной экспертной оценки.
6. Моделирование двухлетней динамики поставок и определение суточного дефицита и профицита ресурса по странам и по портфелю.
7. Формирование предложения по размещению профицита ресурса, а также целевого объема резервируемого ресурса с требуемыми показателями производительности.
8. Оценка стоимости предложенного решения.

Модель VARMA представляет собой современный эконометрический метод, способный решить задачу моделирования нескольких временных рядов и прогнозирования динамики их изменений в будущих периодах.

Разработка модели VARMA была обусловлена успехом модели ARMA, предложенной Дж. Боксом и Г. Дженкинсом в 1970-х гг., а также предложенной К. Симсом в 1980 г. модели VAR. Модель ARMA показала себя как точный инструмент для моделирования и прогнозирования временного ряда, однако ее недостатком была возможность использования только одной переменной в анализе, хотя зачастую при проведении эконометрических исследований необходим анализ взаимосвязей между несколькими переменными. Модель VAR, напротив, учитывала взаимосвязи между переменными, так как при построении модели возможно использование нескольких переменных. В связи с этим была оправдана разработка метода моделирования и прогнозирования временных рядов, позволившего использовать несколько переменных в анализе, учитывать взаимосвязи между ними.

Модель VARMA как способ анализа высокочастотных временных рядов применяется в различных областях исследований – в экономике, в финансах, на фондовом рынке, в метеорологии и т.д. При этом в анализе принимают участие не только свойства временных рядов как таковых, но и взаимосвязи между ними. В частности, в научной литературе модель VARMA использовалась для оценки взаимосвязи и прогнозирования экспорта угля и нефти в Индонезии, для

прогнозирования изменения рыночных котировок, оценки будущих изменений макроэкономических показателей. Для отечественной литературы модель VARMA имеет высокую степень новизны. Кроме того, для оценки спроса и предложения на газовом рынке модель VARMA в научной литературе не применялась.

Предложен следующий алгоритм исследования на основе модели VARMA, который был разработан и апробирован в рамках проведенного исследования:

- 1) формирование первичной статистической информационной базы;
- 2) первичный анализ исходных данных;
- 3) приведение статистических данных к стационарному виду в соответствии с требованиями модели VARMA;
- 4) идентификация (подбор вида) модели VARMA (p, q) – выбор значений параметров p и q , где p – число запаздывающих значений анализируемой переменной, представляющее порядок авторегрессионной части модели (AR), а q – число запаздывающих значений ошибки, представляющее порядок скользящей средней части модели (MA);
- 5) диагностика модели – проверка построенной модели на робастность. Робастность – свойство статистической модели, характеризующееся независимостью влияния на результат исследования различного рода выбросов, устойчивость к помехам. Проверка на робастность подразумевает выявление выбросов, снижение их влияния на результат или исключение из выборки;
- 6) оценка достоверности результатов модели. Для оценки достоверности построенных моделей могут применяться критерии AIC и BIC, а также графическое наложение смоделированного результата на реальный;
- 7) построение прогноза;
- 8) интерпретация результата;
- 9) в случае неточного моделирования и прогнозирования (bad-fit) на шестом и седьмом этапах – возвращение к четвертому пункту;
- 10) в случае точного моделирования и прогнозирования (good-fit) – возвращение к девятому пункту;
- 11) принятие управленческого решения на основе проведенного анализа.

При этом в ходе исследования нами было отмечено, что данные статистики Европейского союза, представленной на сайте ЕС, разнятся с данными, опубликованными Федеральной таможенной службой. Так, по данным ЕС, доля

российского газа в обеспечении потребления газа в Германии и Австрии за аналогичный период составила 39,3 и 52,2% соответственно.

Таким образом, для использования полученных прогнозных параметров экспорта в модели представляется целесообразным ввод корректировочного коэффициента. Нами предложен коэффициент, позволяющий выровнять и скорректировать статистику по спросу на газ с данными экспорта, опубликованными Федеральной таможенной службой:

$$K_n = e_n / s_n l,$$

где K_n – корректировочный коэффициент;

e_n – показатель экспорта;

s_n – показатель прогноза спроса;

n – страна;

l – качественная оценка изменений.

Качественная оценка изменений – критерий, который может применяться в модели с учетом понимания об изменении контрактной структуры на период прогнозирования и/или исходя из понимания изменения рыночной конъюнктуры (завоевание компанией рынка, уход с рынка).

В результате проведенных расчетов в соответствии с описанным ранее алгоритмом получена динамика профицита и дефицита ресурса с учетом прогнозируемого спроса на рынках Австрии и Германии. На *рис. 1* представлена динамика для рынка Германии.

Полученные по факту применения модели результаты свидетельствуют о том, что объем потребления газа в анализируемых зонах вернется на докризисный уровень по итогу 2022 г.

При этом, по оценкам Международного энергетического агентства, при сценарии отложенного восстановления европейского газового рынка от влияния всемирной пандемии 2019 г. спрос на газ на европейском газовом рынке будет восстановлен к началу 2023 г. и достигнет уровня до начала пандемии 2019 г. в части показателей потребления газа.

Предложенный алгоритм формирования портфеля мощностей, а также алгоритм эконометрического исследования с использованием модели VARMA релевантны и имеют теоретическую и прикладную значимость.

Исходя из проведенных расчетов видно, что ежедневно наблюдаются значительные отклонения между ожидаемыми заявками покупателей и ожидаемым ресурсом.

В связи с этим представляется целесообразным осуществлять закачку газа в подземные хранилища в целях минимизации рисков прерывания поставок, выравнивание неравномерности спроса и отбора в дни, когда прогнозируется дефицит ресурса. В то же время долю ресурса предлагается реализовывать на трейдинг для получения дополнительной выгоды в зависимости от рыночной конъюнктуры.

Кроме того, принимая во внимание происходящую глобализацию европейского газового рынка, а также взаимодополняемость рынков Австрии и Германии, представляется целесообразным рассматривать инструменты хранения и трейдинга для этих зон в совокупности. Соответственно, разницу между дефицитом и профицитом можно реализовать на рынке с привлечением различных трейдинговых инструментов, принимая во внимание рыночную волатильность и изменение рыночной конъюнктуры и с учетом этих факторов – максимизируя дополнительную выручку за счет реализации.

Как уже отмечалось, метод исследования высокочастотных временных рядов на основе модели VARMA использовался для оценки взаимосвязи и прогнозирования экспорта угля и нефти в Индонезии, для прогнозирования изменения рыночных котировок, оценки будущих изменений макроэкономических показателей. Модель VARMA также показала себя как точный инструмент моделирования, однако в данных исследованиях не описан алгоритм построения модели, а также логика использования полученного результата для принятия управленческого решения.

Предложенный в рамках данного исследования алгоритм имеет не только теоретическую значимость в части развития теоретических и методических положений по проведению эконометрического анализа высокочастотных временных рядов, но и практическую, так как полученные результаты исследования могут быть использованы для принятия управленческих решений на предприятии нефтегазовой отрасли, где ранее предложенный порядок и метод исследования не использовались.

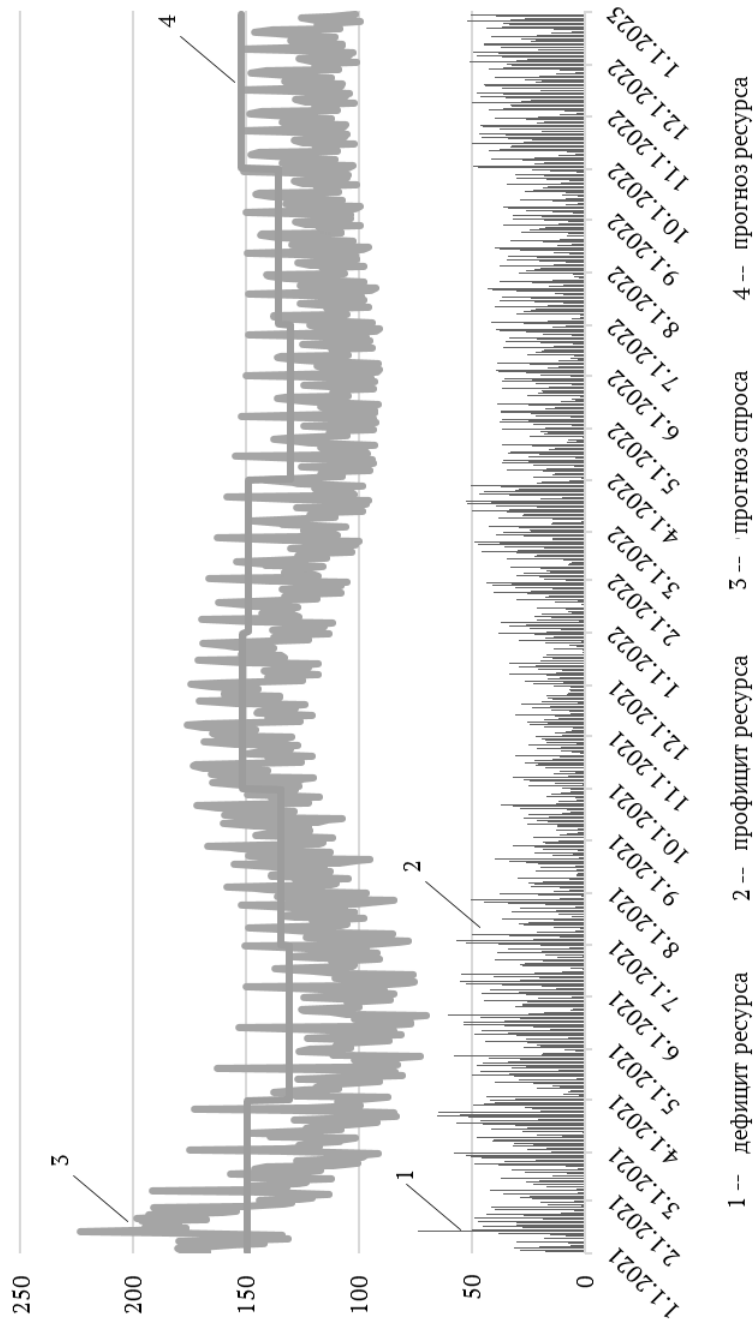
В статье были выявлены основные особенности современного состояния европейского газового рынка, рассмотрены основные предпосылки к обеспечению гибкости, а также выделены основные инструменты обеспечения требуемого уровня гибкости. Кроме того, оценены основные факторы ценообразования на рынке, а также обоснована необходимость определения степени взаимосвязи между индексами взаимодополняющих торговых зон, рассмотрены модели, на основании которых возможно производить оценку взаимосвязей, а также моделирование прогнозных цен и спроса в будущих периодах.

В рамках проведенного исследования предложен алгоритм на основе модели VARMA, а также этот алгоритм имплементирован для моделирования исторического спроса на газ в Австрии и Германии и прогнозирования спроса на двухлетнюю перспективу. Полученный порядок модели позволил с высокой долей

точности смоделировать исторические данные, что говорит о релевантности модели, возможности ее использования в рамках оценки перспектив развития и изменений показателей топливно-энергетического комплекса, а также практической значимости предлагаемого подхода для прогнозирования анализируемых показателей.

Рисунок 1
Моделирование потребления на рынке Германии в 2021–2022 гг., млн м³/сутки

Figure 1
Modeling of consumption in the German market in 2021–2022, million cubic meters per day



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Козлова Е.А., Кудрявцева Т.Ю. Способы формирования портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли для обеспечения рыночной гибкости // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 30(4). С. 64–69.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-formirovaniya-portfelya-moschnostey-predpriyatiya-neftegazovoy-otrasli-dlya-obespecheniya-rynochnoy-gibkosti?>
2. Dufour G.-M., Pelletier D. Practical methods for modelling weak VARMA processes: Identification, estimation and specification with a macroeconomic application. April 2011. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.295.6809&rep=rep1&type=pdf>
3. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 1969, vol. 37, no. 3, pp. 424–438.
URL: <https://www.jstor.org/stable/1912791>
4. Granger C.W.L., Newbold P. Spurious regression in economics. *Journal of Econometrics*, 1974, vol. 2, no. 2, pp. 111–120.
URL: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
5. James C., Koreisha S., Partch M. A VARMA Analysis of the Causal Relations Among Stock Returns, Real Output, and Nominal Interest Rates. *The Journal of Finance*, 1985, vol. 40, iss. 5, pp. 1375–1384.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb02389.x>
6. Jenkins G.M., Alavi A.S. Some Aspects of Modelling and Forecasting Multivariate Time Series. *Journal of Time Series Analysis*, 1981, vol. 2, iss. 1, pp. 1–47.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1981.tb00309.x>
7. Johansen S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1988, vol. 12, iss. 2-3, pp. 231–254.
URL: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
8. Lütkepohl H. Forecasting with VARMA models. *Handbook of Economic Forecasting*, 2006, vol. 1, pp. 287–325. URL: [https://doi.org/10.1016/S1574-0706\(05\)01006-2](https://doi.org/10.1016/S1574-0706(05)01006-2)
9. Simionescu M. The Use of VARMA Models in Forecasting Macroeconomic Indicators. *Economics & Sociology*, 2013, vol. 6, no. 2, pp. 94–102.
URL: <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2013/6-2/9>
10. Tsay R.S., Tiao G.C. Use of Canonical Analysis in Time Series Model Identification. *Biometrika*, 1985, vol. 72, no. 2, pp. 299–315.
URL: <https://doi.org/10.1093/biomet/72.2.299>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Mathematical Methods and Models

USING ECONOMETRIC MODELS TO MAKE MANAGEMENT DECISIONS AT OIL AND GAS ENTERPRISES

Tat'yana Yu. KUDRYAVTSEVA ^{a,*};

Evgeniya A. KOZLOVA ^b

^a Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation
tankud28@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1403-3447>

^b Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russian Federation
kozlovaevgeiya@list.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Article No. 155/2022
Received 27 March 2022
Received in revised form
6 April 2022
Accepted 17 April 2022
Available online
28 April 2022

JEL classification: C53,
F47

Keywords: VARMA
model, demand modeling,
demand forecasting, high-
frequency data,
management decision

Abstract

Subject. At present, there is a need to increase the flexibility of exporting companies and gas traders to ensure the stability and continuity of supplies in the European gas market. The specialized literature does not fully present scientifically based methods and algorithms, according to which a management decision can be made on the problem.

Objectives. Our aim is to develop a methodology enabling to qualitatively and quantitatively substantiate the feasibility of building a certain portfolio of capacities, and to evaluate the effects of its implementation.

Methods. The study draws on general scientific research methods.

Results. We developed and tested a model that allows modeling and forecasting of high-frequency time series, using VARMA and ARIMA econometric models, to make accurate and reasonable short- and medium-term decisions, and to generate a growth strategy for enterprises operating in the oil and gas industry.

Conclusions. Our findings correspond to the qualitative and quantitative assessment of the International Energy Agency, thus confirming that the model is relevant for use in the oil and gas industry. The findings can be applied in educational process in the field of 'macroeconomics', 'econometrics', in the implementation of operational and strategic planning at enterprises. They also can be useful for research and development, including testing at enterprises of other sectors and industries.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Kudryavtseva T.Yu., Kozlova E.A. Using Econometric Models to Make Management Decisions at Oil and Gas Enterprises. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2022, vol. 21, iss. 4, pp. 765–79.
<https://doi.org/10.24891/ea.21.4.765>

References

1. Kozlova E.A., Kudryavtseva T.Yu. [Ways of capacity portfolio structuring of energy company in order of market flexibility provision]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya* = *Natural Humanitarian Studies*, 2020, no. 30, pp. 64–69.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-formirovaniya-portfelya-moschnostey-predpriyatiya-neftegazovoy-otrasli-dlya-obespecheniya-rynochnoy-gibkosti?> (In Russ.)
2. Dufour G.-M., Pelletier D. Practical methods for modelling weak VARMA processes: Identification, estimation and specification with a macroeconomic application. April 2011. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.295.6809&rep=rep1&type=pdf>
3. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 1969, vol. 37, no. 3, pp. 424–438.
URL: <https://www.jstor.org/stable/1912791>
4. Granger C.W.L., Newbold P. Spurious regression in economics. *Journal of Econometrics*, 1974, vol. 2, no. 2, pp. 111–120.
URL: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(74\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(74)90034-7)
5. James C., Koreisha S., Partch M. A VARMA Analysis of the Causal Relations Among Stock Returns, Real Output, and Nominal Interest Rates. *The Journal of Finance*, 1985, vol. 40, iss. 5, pp. 1375–1384.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb02389.x>
6. Jenkins G.M., Alavi A.S. Some Aspects of Modelling and Forecasting Multivariate Time Series. *Journal of Time Series Analysis*, 1981, vol. 2, iss. 1, pp. 1–47.
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.1981.tb00309.x>
7. Johansen S. Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 1988, vol. 12, iss. 2-3, pp. 231–254.
URL: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
8. Lütkepohl H. Forecasting with VARMA models. *Handbook of Economic Forecasting*, 2006, vol. 1, pp. 287–325.
URL: [https://doi.org/10.1016/S1574-0706\(05\)01006-2](https://doi.org/10.1016/S1574-0706(05)01006-2)
9. Simionescu M. The Use of VARMA Models in Forecasting Macroeconomic Indicators. *Economics & Sociology*, 2013, vol. 6, no. 2, pp. 94–102.
URL: <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2013/6-2/9>

10. Tsay R.S., Tiao G.C. Use of Canonical Analysis in Time Series Model Identification. *Biometrika*, 1985, vol. 72, no. 2, pp. 299–315.
URL: <https://doi.org/10.1093/biomet/72.2.299>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.