

**Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого  
Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли**

На правах рукописи

**Козлова Евгения Александровна**

**Формирование портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли**

Направление подготовки 38.06.01 Экономика

---

*Код и наименование*

Направленность 38.06.01\_01 Экономика и управление народным хозяйством

---

*Код и наименование*

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**

об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

Автор работы: Козлова Евгения  
Александровна  
Научный руководитель: д.э.н.,  
профессор Кудрявцева Татьяна Юрьевна

Санкт Петербург – 2021

Научно-квалификационная работа выполнена в Высшей инженерно – экономической школе Института промышленного менеджмента экономики и торговли федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Директор ВШ:

*– Родионов Дмитрий  
Григорьевич, д.э.н., профессор*

Научный руководитель:

*– Кудрявцева Татьяна Юрьевна,  
д.э.н., профессор*

Рецензент:

*– Кулагина Наталья  
Александровна, д.э.н., профессор,  
ФГБОУ ВО «Брянский  
государственный инженерно-  
технологический университет»,  
Директор инженерно-  
экономического института.*

С научным докладом можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» и на сайте Электронной библиотеки СПбПУ по адресу: <http://elib.spbstu.ru>

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность работы**

В связи с усложнившейся экономической и политической ситуацией на европейском газовом рынке, вызванной проведением мероприятий, направленных на демонополизацию рынка (в частности, принятие Третьего энергопакета, распространяющего действие на территории Европы в целом, а также локальных административных актов, регулирующие доступ к рынкам в рамках торговых зон, например, ВК9-18/610 и ВК9-18/611 ВNetzA «REGENT» от 01.01.2020 на территории Германии), а кроме того усложнившаяся политическая ситуация, следствием которой является введение санкций и ограничений со стороны американского правительства, а также правительств европейских стран, ограничивающая 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 вышеуказанной проблеме. В связи с этим разработка методики, позволяющей качественно и количественно обосновать целесообразность формирования определенного портфеля мощностей, а также оценить эффекты от его внедрения является весьма актуальным.

### **Цель и задачи исследования**

Целью данной работы 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)).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Анализ текущего состояния европейского газового рынка;
2. Определены инструменты обеспечения рыночной гибкости на европейском рынке газа;
3. Разработаны способы прогнозирования спроса и предложения на рынке газа;
4. Разработана модель формирования портфеля мощностей для предприятия нефтегазовой отрасли;

5. Проведена апробация разработанной модели на примере формирования портфеля мощностей для зоны NCG, GASPOOL, A VTP.

### **Научная новизна**

Научная новизна проведенного исследования заключается в разработке и апробации методики разработки рекомендаций по формированию оптимального портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли с учетом специфики индустрии, которая основана на эконометрическом моделировании временных рядов, с целью максимизации гибкости портфеля мощностей. Работа вносит вклад в развитие методических подходов в области управления на предприятии топливно-энергетического комплекса, характеризует текущее состояние европейского газового рынка, а также оценивает перспективы его развития.

### **Теоретическая и практическая значимость**

Теоретическая значимость состоит в развитии теоретических и методических положений по проведению эконометрического анализа высокочастотных временных рядов, позволяющую проводить моделирование, прогнозирование с целью принятия управленческих решений.

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в том, что полученные результаты исследования могут быть использованы для принятия управленческих решений на предприятии нефтегазовой отрасли для принятия краткосрочных и среднесрочных решений, а также при формировании стратегии развития.

### **Апробация работы**

Основные положения и результаты диссертационного исследования прошли апробацию и докладывались автором на следующих научных и учебно-практических и международных конференциях: International Scientific Conference “Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service” (2019 г.). Полученные положения, также, были апробированы в рамках следующих грантов и проектов: «Конкурса грантов для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга» в 2020 года, «Конкурса грантов для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга» в 2021 года.

## **Публикации**

Опубликовано по теме диссертации 4 печатные работы общим объемом 4.4 п.л., в том числе авторских 4.4 п.л., в их числе 3 работы объемом 3.4 п.л. – в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, обладают теоретической и практической ценностью.

### **Представление научного доклада: основные положения**

1. В рамках проведенной работы были выявлены основные особенности современного состояния европейского газового рынка, рассмотрены основные предпосылки к обеспечению гибкости, уточнено понятие рыночной гибкости, а также выявлены основные инструменты обеспечения требуемого уровня гибкости. С учетом анализа текущего состояния газового рынка обоснована необходимость определения степени взаимосвязи между индексами взаимодополняющих торговых зон и формирование портфеля мощностей на базе эконометрических моделей, оценивающих взаимосвязи между торговыми зонами.

2. Использование модели VARMA как способа анализа высокочастотных временных рядов применяется в различных областях исследований – в экономике, в финансах, в фондовом рынке, 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. В рамках проводимого диссертационного исследования автором предложен алгоритм исследования на основе модели VARMA, а также предложенный алгоритм имплементирован для моделирования исторического спроса на газ в Австрии и Германии его 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 автором инструмента и подхода для прогнозирования анализируемых показателей.

3. Автором предложен и апробирован алгоритм формирования портфеля мощностей предприятия нефтегазовой отрасли с использованием эконометрических моделей как для прогнозирования взаимозависимых временных рядов, так и для независимых для принятия точных и обоснованных управленческих краткосрочных и среднесрочных решений, а также при формировании стратегии развития на предприятии нефтегазовой

отрасли для принятия. По результатам исследования разработана и апробирована модель, позволяющая проводить моделирование, прогнозирование высокочастотных временных рядов с использованием эконометрических моделей. Полученные по факту применения модели результаты свидетельствуют о том, объем потребления газа в анализируемых зонах вернется на докризисный уровень по итогу 2022 года. Данный факт также соответствует качественным оценкам Международного Энергетического Агентства. Соответствие полученных по результатам апробации предложенного автором алгоритма заключению Международного Энергетического Агентства позволяет сделать вывод о том, что предложенный алгоритм формирования портфеля мощностей, а также алгоритм эконометрического исследования с использованием модели VARMA релевантны и имеют теоретическую и прикладную значимость.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Объекты, (предмет) и методы исследования**

Объектом исследования в данном случае является спрос и предложение на европейском газовом рынке.

Предметом исследования - инструменты и способы обеспечения рыночной гибкости.

Метод исследования - экономико-математическое моделирование – в частности, анализ и прогнозирование временных рядов на основе VARMA-модели, а также модели ARIMA. Исследование выполнено с использованием программ Microsoft Excel, R-Statistics.

### **Результаты и их обсуждение**

На сегодняшний день европейскому газовому рынку присущи следующие основные характеристики:

1. 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;
2. Возросшие риски строительства подземных хранилищ, что обусловлено ростом затрат на строительство инвестиционных объектов, а также повышением цен на буферный газ, используемого в технических целях для обеспечения работы хранилищ;
3. Демополизация рынка, как следствие, повышение конкуренции и усиление контроля со стороны европейского регулятора;
4. Глобализация рынка как способ обеспечения гибкости на территории европейских стран для сглаживания неравномерности спроса и предложения.

В зарубежной научной литературе в работах Дж. Спайерса, П. Гербер Махадо гибкость определяется как максимальная требуемая мощность по сравнению с теоретически определенной базовой величиной, соответствующей, 100% нагрузки. Так, авторами выделяются два актуальных понятия гибкости:

1. Суточная гибкость (суточная поставка), соответствующая максимальному ежедневному предложению в летний период (с апреля по октябрь);

2. Гибкость в зимний период, соответствующая максимальному ежедневному предложению в зимний период (с ноября по март).

При этом суточная гибкость рассчитывается следующим образом:

$$\text{Суточная гибкость} = 1/20 \text{ пикового дневного спроса} - \text{среднесуточный спрос}, \quad (1)$$

где:

пиковый дневной спрос - 1/20 пикового спроса в любой день в году;

среднесуточный спрос - нормальное годовое потребление, деленное на количество дней в году.

$$\text{Суточная гибкость} = 1/50 \text{ пикового дневного спроса} - 5 * \text{среднемесячный спрос}, \quad (2)$$

где:

пиковый дневной спрос - 1/50 спроса в любой день в году;

среднемесячная потребность – среднемесячный спрос в году деленный на 12 месяцев.

На сегодняшний день существует четыре основных инструмента обеспечения гибкости.

1. газ, добытый в стране потребления;
2. импорта газа;
3. использование подземных хранилищ;
4. прерываемые контракты.

При этом существует ряд рисков, которые могут способствовать снижению гибкости:

1. технические;
2. политические;
3. 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 в первую очередь 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 остается высоким, а период восстановления экономики в целом и энергетического сектора в частности сложно прогнозируемым.

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. Таким образом, 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 предложения между торговыми зонами и использовать мощности, доступные на рынках для оптимального сглаживания неравномерности спроса.

Международным Энергетическим Агентством разработано два сценария, по которым может происходить развитие энергетического сектора в перспективе до 2030 г.:

1. Сценарий государственной политики (далее - STEPS), в котором Covid-19 постепенно берется под контроль в 2021 году, а мировая экономика возвращается к докризисному уровню в том же году. Этот сценарий отражает все объявленные сегодня политические намерения и цели с мерами по их реализации.

2. Сценарий отложенного восстановления (далее - DRS) разработан с теми же политическими допущениями, что и в STEPS, но также принято допущение, что затянувшаяся пандемия наносит долговременный ущерб экономическим перспективам. Мировая экономика вернется к своему докризисному размеру только в 2023 году, а пандемия знаменует собой десятилетие с самыми низкими темпами роста спроса на энергию с 1930-х годов.

В связи с вышесказанным становится актуальной оценка и прогнозирование спроса и предложения газа на европейском рынке, а также определение подходов к формированию необходимого уровня гибкости, а также путей ее обеспечения исходя из потребностей и существующей инфраструктуры страны в целом и торговой зоны в частности.

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

С учетом вышесказанного автором уточнено научное понятие рыночной гибкости. Под оптимальным уровнем рыночной гибкости нефтегазовой компании представляется целесообразным понимать

совокупность таких инструментов как ресурс трубопроводного газа, газотранспортные мощности, инструмент подземного хранения газа, который позволяет с учетом независимых внешних микро- и макроэкономических, геополитических рисков, приводящих к высокой волатильности рыночной конъюнктуры, гарантировать исполнение обязательств по контрактам на поставку в зимние и летние периоды, включающая инструменты по управлению профицитом и дефицитом портфеля мощностей для минимизации издержек на привлечение вышеуказанных инструментов.

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 их анализа и прогнозирования целесообразно применение математико-статистических методов.

Для оценки потребности в мощностях и формирования предложения по портфелю автором 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 Росстат и ФТС России;
4. Приведение прогнозных данных к соразмерным единицам (в т.ч. 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.

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

Разработка VARMA-модели была обусловлена успехом ARMA-модели, предложенной Боксом и Дженкинсом в 1970-ых годах, а также предложенной Симсом в 1980-ом году VAR-модели. ARMA-модель 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, т.к. 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.

Использование модели VARMA как способа анализа высокочастотных временных рядов применяется в различных областях исследований – в экономике, в финансах, в фондовом рынке, 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.

Автором 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 VARMA-модели;
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 6-ом и 7-ом этапах - возвращение к пункту 4;
10. в случае точного моделирования и прогнозирования (good-fit) – к пункту 9;
11. принятие управленческого решения на основе проведенного анализа.

Графически алгоритм проведения анализа на основе VARMA-модели представлен на рисунке 1.

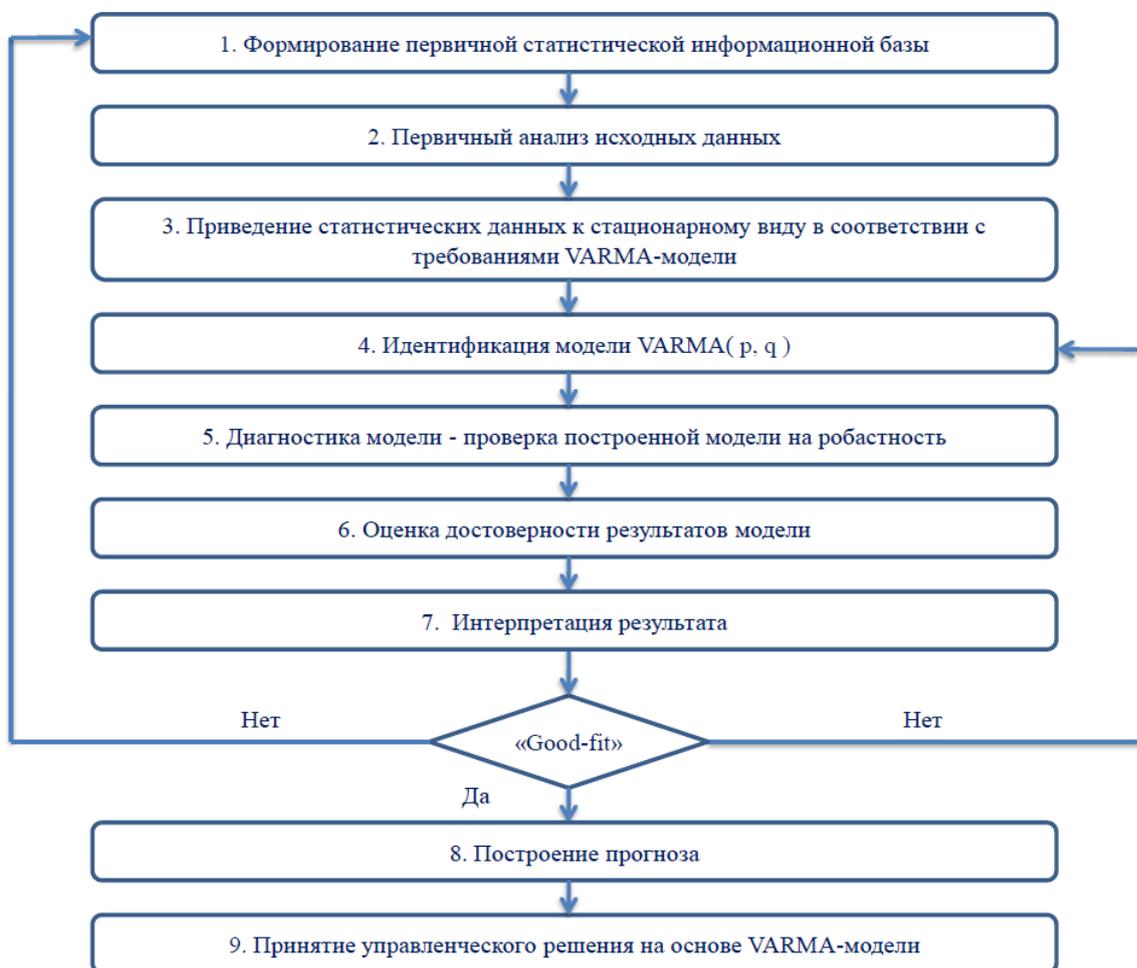


Рисунок 1. Алгоритм проведения анализа на основе VARMA-модели (Составлено автором).

В рамках проведенного диссертационного исследования автором предложенный выше алгоритм исследования имплементирован для моделирования исторического спроса на газ в торговых зонах Австрии и

Германии (AVTP, NCG и GASPOOL, соответственно), а также его прогнозирования спроса на двухлетнюю перспективу.

Ниже представлен пример матричной записи моделей VARMA(1;1) для заданных переменных (3).

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} NCG_t \\ GSP_t \\ AVTP_t \end{Bmatrix} &= \begin{Bmatrix} C_{NCG} \\ C_{GSP} \\ C_{AVTP} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} a_{NCG, NCG}; a_{GSP, NCG}; a_{AVTP, NCG} \\ a_{NCG, GSP}; a_{GSP, GSP}; a_{AVTP, GSP} \\ a_{NCG, AVTP}; a_{GSP, AVTP}; a_{AVTP, AVTP} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} NCG_{t-1} \\ GSP_{t-1} \\ AVTP_{t-1} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \varepsilon_{NCG,t} \\ \varepsilon_{GSP,t} \\ \varepsilon_{AVTP,t} \end{Bmatrix} \\ &+ \begin{Bmatrix} b_{NCG, NCG}; b_{GSP, NCG}; b_{AVTP, NCG} \\ b_{NCG, GSP}; b_{GSP, GSP}; b_{AVTP, GSP} \\ b_{NCG, AVTP}; b_{GSP, AVTP}; b_{AVTP, AVTP} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_{NCG,t-1} \\ \varepsilon_{GSP,t-1} \\ \varepsilon_{AVTP,t-1} \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

где:

$NCG_t$  и  $NCG_{t-1}$  – прирост цен на NCG в период времени  $t$  и  $t-1$ ;

$GSP_t$  и  $GSP_{t-1}$  – прирост цен на GASPOOL в период времени  $t$  и  $t-1$ ;

$AVTP_t$  и  $AVTP_{t-1}$  – прирост цен на AVTP в период времени  $t$  и  $t-1$ ;

$C$  – значение постоянного коэффициента при переменных NCG, GASPOOL и AVTP;

$a_{NCG, NCG}, \dots, a_{GSP, GSP}; b_{NCG, NCG}, \dots, b_{GSP, GSP}$  – значения параметров матриц  $A$  и  $B$ ;

$\varepsilon$  – величины ошибки при переменных NCG, GASPOOL и AVTP в момент времени  $t$  и  $t-1$ .

Результаты апробации предложенного выше алгоритма на примере моделирования спроса на газ в торговой зоне NCG представлены далее.

В качестве исходных данных взята европейская статистика по потреблению газа в Австрии и Германии за период с 01.01.2016 до 01.01.2021. Исходные данные были приведены к стационарным с использованием способа, предложенного Боксом и Дженкинсом, которые предложили метод анализа временных рядов, основанный на анализе прошлых значений временного ряда, что, по сути, является сложной процедурой экстраполяции, предложив метод остационации временных рядов путем перехода к ряду разностей после логарифмирования ряда.

Наиболее важным этапом при проведении исследования на основе модели VARMA является идентификация или подбор модели. На этом этапе исследователю необходимо на основании собственной интерпретации исходных значений определить, какая из моделей (т.е. какие значения параметров  $p$ -числа запаздывающих значений анализируемой переменной и  $q$  – число запаздывающих значений ошибки), наиболее подходит для использования в исследовании. Это является сложным, т.к. требует от исследователя значительного опыта.

В качестве оптимального порядка модели была признана VARMA (2;2), результат ее моделирования представлен на рисунке 2 ниже.

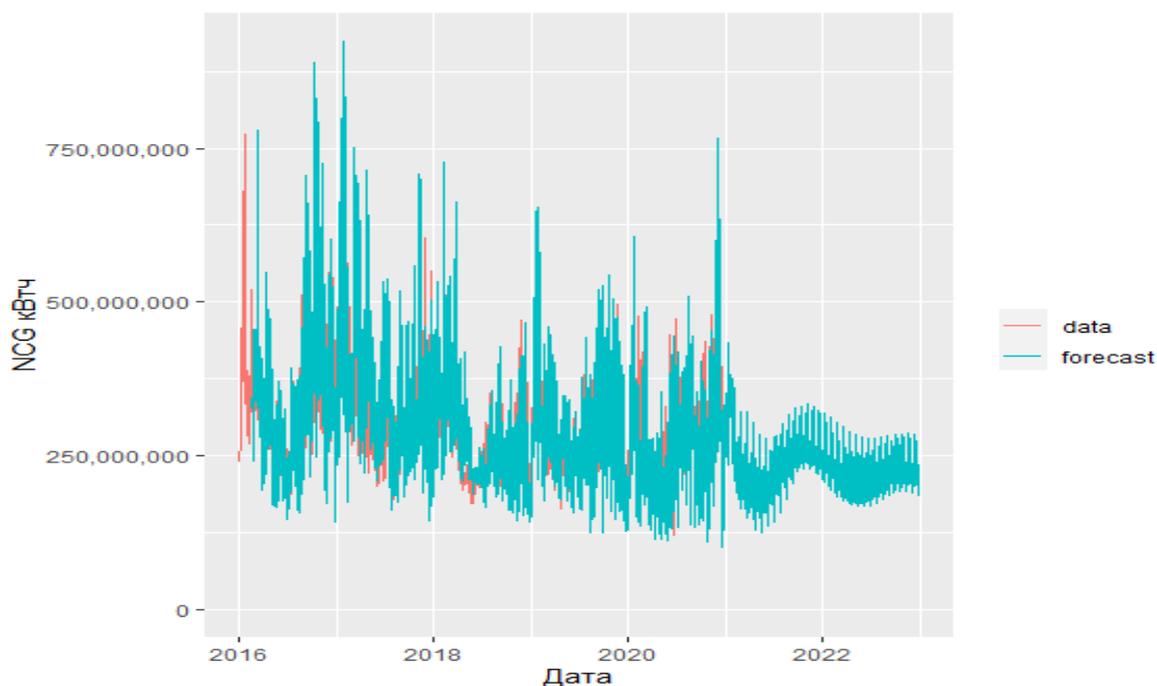


Рисунок 2. Прогноз VARMA (2,2) NCG (Составлено автором).

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 автором инструмента и подхода для прогнозирования анализируемых показателей.

На базе данного алгоритма также произведено прогнозирование объема, ресурса, подаваемого на экспорт с использованием модели ARIMA. В качестве исходных данных для прогнозируемого объема ресурса, подаваемого на экспорт, использована статистика, консолидируемая Федеральной службой государственной статистики, а также данные Федеральной таможенной службой Российской Федерации за период с 01.01.2016 до 01.01.2021. Наиболее точно исторические данные были описаны моделью ARIMA (3;1;2), на базе которой был построен прогноз ресурса на экспорт использована модель ARIMA (3;1;2). Результат представлен на рисунке 3.

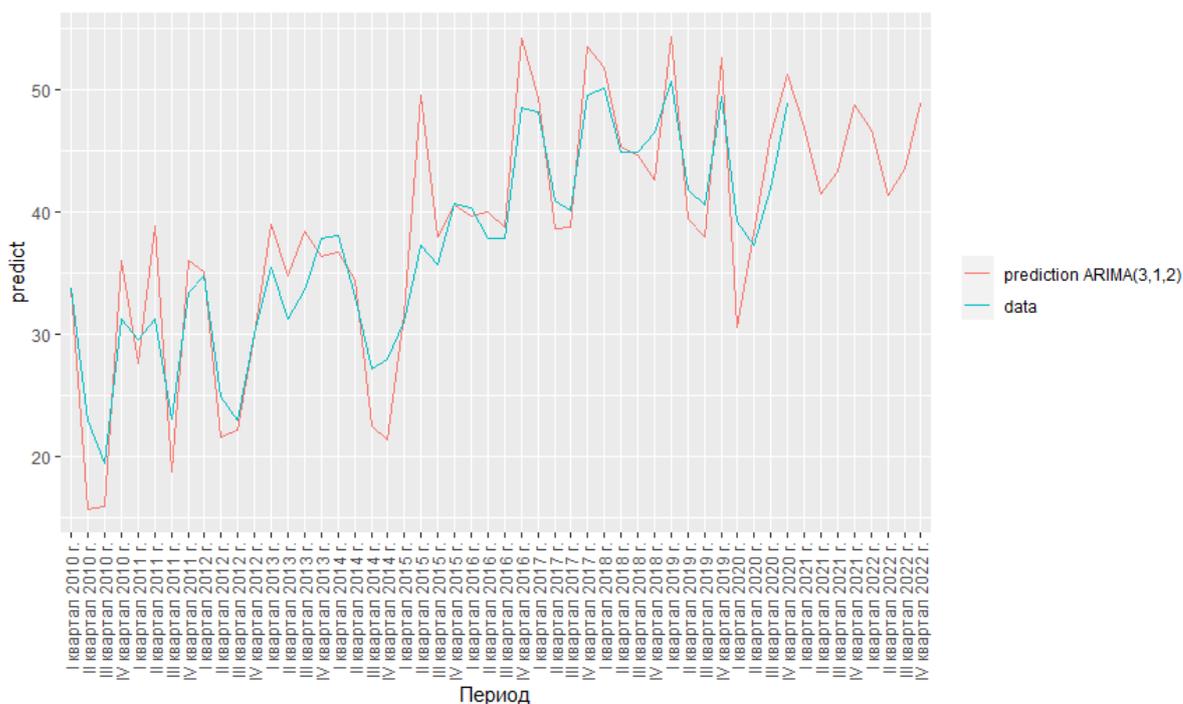


Рисунок 3. Результат моделирования и прогнозирования (*Составлено автором*).

При этом в ходе исследования автором было отмечено, что данные статистики Европейского Союза, представленной на сайте *gie.com* разнятся с данными, опубликованными Федеральной Таможенной Службой Российской Федерации. Так, по данным *gie.com* 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 следующего корректировочного коэффициента. Автором предложен следующий коэффициент, позволяющий выровнять и скорректировать статистику по спросу на газ с данными экспорта, опубликованными Федеральной Таможенной Службой Российской Федерации (4).

$$K_n = e_n/s_n * l, \quad (4)$$

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).

С учетом проведенных расчетов и приведения их результатов к соизмерным единицам на основе предложенного коэффициента получена следующая динамика профицита и дефицита ресурса с учетом прогнозируемого спроса на рынках Австрии и Германии (рисунок 4).

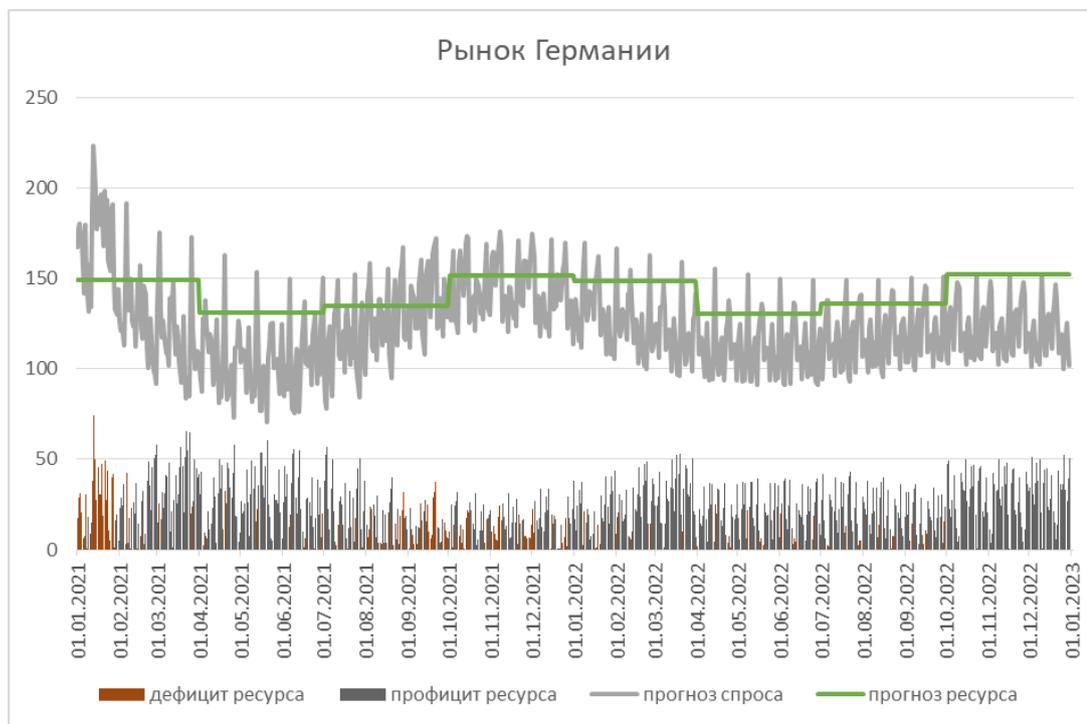


Рисунок 4. Моделирование потребления на рынке Германии в 2021-2022 гг. (Составлено автором).

Сценарий отложенного восстановления (далее - DRS) разработан с теми же политическими допущениями, что и в STEPS, но также принято допущение, что затянувшаяся пандемия наносит долговременный ущерб экономическим перспективам. Мировая экономика вернется к своему докризисному размеру только в 2023 году.

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

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

Соответствие полученных по результатам апробации предложенного автором алгоритма заключению Международного Энергетического Агентства позволяет сделать вывод о том, что предложенный алгоритм формирования портфеля мощностей, а также алгоритм эконометрического исследования с использованием модели VARMA релевантны и имеют теоретическую и прикладную значимость.

## Заключение

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. Таким образом, 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 предложения между торговыми зонами и использовать мощности, доступные на рынках для оптимального сглаживания неравномерности спроса.

В рамках исследования реализованы следующие задачи:

1. Проведен анализ текущего состояния европейского газового рынка;
2. Определены инструменты обеспечения рыночной гибкости на европейском рынке газа;
3. Разработан алгоритм прогнозирования спроса и предложения на рынке газа с использованием моделей VARMA и ARIMA;
4. Разработана модель формирования портфеля мощностей для предприятия нефтегазовой отрасли;
5. Апробирована разработанная модель на примере формирования портфеля мощностей для зоны NCG, GASPOOL, A VTP).

В работе были выявлены основные особенности современного состояния европейского газового рынка, рассмотрены основные предпосылки к обеспечению гибкости, а также выявлены основные инструменты обеспечения требуемого уровня гибкости. Кроме того, были 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 диссертационного исследования автором предложен алгоритм исследования на основе модели VARMA, а также предложенный алгоритм имплементирован для моделирования исторического спроса на газ в Австрии и Германии его 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 автором инструмента и подхода для прогнозирования анализируемых показателей.

По результатам исследования разработана и апробирована модель, позволяющая проводить моделирование, прогнозирование высокочастотных временных рядов с использованием эконометрических моделей, для принятия точных и обоснованных управленческих краткосрочных и среднесрочных

решений, а также при формировании стратегии развития на предприятии нефтегазовой отрасли для принятия.

Полученные по факту применения модели результаты свидетельствуют о том, объем потребления газа в анализируемых зонах вернется на докризисный уровень по итогу 2022 года. Данный факт также соответствует качественным оценкам Международного Энергетического Агентства, исследования которого показали, что результаты пандемии, оказавшие влияние на европейский газовый рынок, будут преодолены к началу 2023 года, что повлечет за собой возвращение к достигнутым до начала пандемии 2019 года показателям потребления газа. Соответствие полученных по результатам апробации предложенного автором алгоритма заключению Международного Энергетического Агентства позволяет сделать вывод о том, что предложенный алгоритм формирования портфеля мощностей, а также алгоритм эконометрического исследования с использованием модели VARMA релевантны и имеют теоретическую и прикладную значимость.

Материалы диссертационного исследования могут быть использованы:

1. При проведении эконометрических исследований с применением нового для отечественной науки инструментария.
2. В ходе дальнейшего исследования.
3. В учебном процессе при разработке учебных курсов «Макроэкономика», «Экономика нефтегазового сектора», «Эконометрика», а также научно-методических материалов по методам анализа высокочастотных временных рядов.
4. В рамках оперативной и стратегической логистической деятельности предприятия нефтегазовой отрасли для выполнения контрактных обязательств с учетом оптимизации затрат по портфелю мощностей.

### **Список работ, опубликованных по теме научно-квалификационной работы (диссертации)**

*Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК*

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.
2. Козлова Е.А., Кудрявцева Т.Ю. Анализ и прогнозирование спроса на газ с использованием модели VARMA / Экономически анализ: теория и практика – 2021. (принята к публикации).
3. Козлова Е.А., Кудрявцева Т.Ю. Использование модели VARMA для анализа высокочастотных временных рядов / Естественно-гуманитарные исследования – 2021. (принята к публикации).

### **Публикации в других изданиях**

*Публикации в сборниках конференций Scopus и/или Web of Science*

4. Kudryavtseva T.Y., Kozlova E.A., Skhvediani A.E. Empirical Analysis of High technology companies shares based on VARMA model / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering // International Scientific Conference “Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service” Mihaela Simionescu, The Use of VARMA Models in Forecasting Macroeconomic Indicators, Economics & Sociology, Vol. 6, No 2, 2013, pp. 94-102. DOI: 10.14254/2071-789X.2013/6-2/9

**Аспирант \_\_\_\_\_ Козлова Е.А.**