

Цвиль М. М., кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Информатика и информационные таможенные технологии» Ростовского филиала Российской таможенной академии;
tsvilmm@mail.ru

Которобай Д.Р., студент 4 курса экономического факультета РТА РФ,
Ростов-на-Дону, Россия;
d.kotorobay@mail.ru

Карданова Д.А., студент 4 курса экономического факультета РТА РФ,
Ростов-на-Дону, Россия;
kda7714@mail.ru

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ЭКСПОРТА СЖИЖЕННОГО ГАЗА РОССИИ

Аннотация. В статье приведена структура экспорта Российской Федерации энергетических товаров за 2020-2021 гг. На основе квартальных данных в период с 2016 до 2021 гг. объемов экспорта сжиженного природного газа произведен эконометрический анализ. Построена мультипликативная модель с целью прогнозирования будущих значений объемов экспорта сжиженного природного газа на 1 квартал 2022 года. Оценены адекватность и качество составленной модели.

Ключевые слова: экспорт, сжиженный природный газ, прогноз, мультипликативная модель, тренд, сезонная составляющая, топливно-энергетический комплекс, энергетика.

Tsvil M.M.—PhD in Physics and Mathematics, associate professor of the Department «Informatics and Information Customs Technologies»; Russian Customs Academy, Rostov Branch;
tsvilmm@mail.ru

Kotorobay D.R. 4th year student, Russian Customs Academy, Rostov Branch, Rostov-on-Don, Russia;
d.kotorobay@mail.ru

Kardanova D.A. 4th year student, Russian Customs Academy, Rostov Branch, Rostov-on-Don, Russia;
kda7714@mail.ru

ESTIMATION OF THE LIQUEFIED GAS EXPORTS VOLUME IN RUSSIA

Abstract. The article presents the structure of export of energy products for 2020-2021 of the Russian Federation. Based on quarterly data for the period from 2016 up to 2021, the volume of liquefied natural gas exports was econometrically analyzed. A multiplicative model has been constructed with the aim to predict the future export volumes of liquefied natural gas for the 1st quarter of 2022. The adequacy and quality of the compiled model have been evaluated.

Keywords: export, liquefied natural gas, forecast, multiplicative model, trend, seasonal constituent, fuel and energy complex, energy.

Наиболее интересным и актуальным для рассмотрения на сегодняшний день является энергетический рынок. Именно он является тем видом товарного рынка, который напрямую связан с торговлей или транспортировкой энергетического сырья.

Изучение энергетического рынка является весьма актуальным, так как, если рассмотреть и проанализировать структуру мировой торговли, то можно увидеть, что минеральные ресурсы занимают одну из важнейших позиций. Но, все же, в последние десятилетия замечается тенденция отставания темпа роста торговли сырьем от темпа роста всей мировой торговли. Это обуславливается тем, что в мире уже создается альтернатива сырья (например, получение энергии от возобновляемых ресурсов), а также люди стали более экономично его потреблять и углублять его переработку.

Ситуация на энергетическом рынке – важнейший фактор для потребителя энергоносителей, а также для развития страны-поставщика в целом. Рассматривая структуру экспорта нашей страны, стоит обратить внимание на положение топливно-энергетической продукции – она преобладает (рис.1).

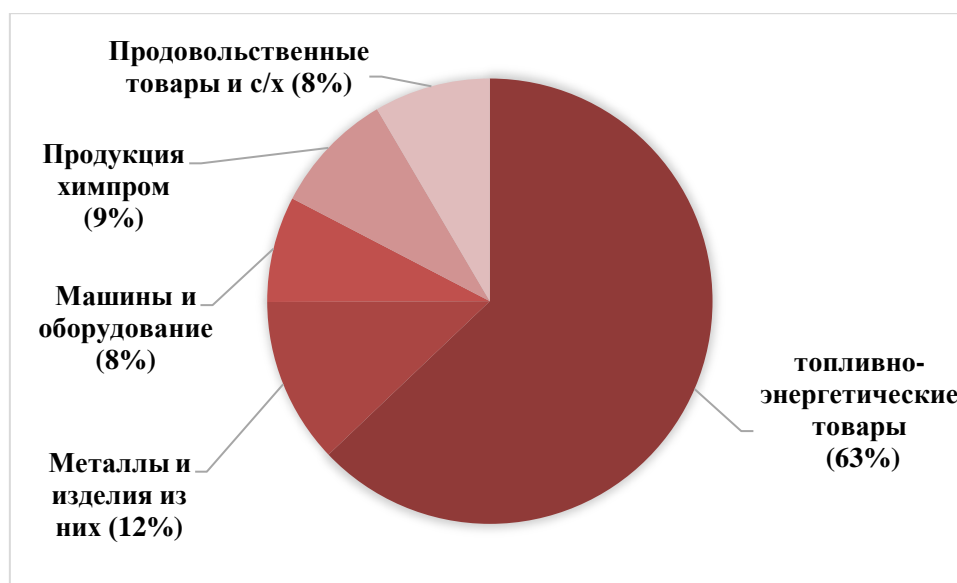


Рис. 1. Структура экспорта РФ за 2021 г (млн. долл. США)[1]

Экспорт важнейших товаров в 2021 году по данным Росстата составил 491 580 млн. долларов США. По сравнению с прошлым годом это число увеличилось на 45,8%, соответственно, 336 394 млн. долларов США. Основу российского экспорта, как и в прошлые годы, составляли товары ТЭК – 54,3% (Газпром, Новатэк). На фоне ослабления карантинных ограничительных мер, восстановления деловой активности населения и развития мировой экономики увеличился спрос на сырье и материалы. Соответственно, из-за этого увеличился совокупный экспорт в стоимостном выражении в 2021 году. В силу нестабильной валютно-финансовой конъюнктуры мирового рынка цены резко взлетели, что способствовало увеличению экспортной выручки. Экспорт России в 2021 года обогнал показатели допандемийного периода [2].

Ситуация на мировом рынке сжиженного природного газа такова, что за 2021 год показатели торговли СПГ выросли до отметки 392 млн. тонн после пандемии. Тройку лидеров по поставке СПГ составляют Австралия, Катар и США 80, 78, 70 млн. тонн., соответственно. А Россия 3 млн. тонн, также входит в десятку лидеров.

В состав основных энергетических товаров входят сжиженный природный газ, природный газ, нефтепродукты и сырая нефть (рис.2).

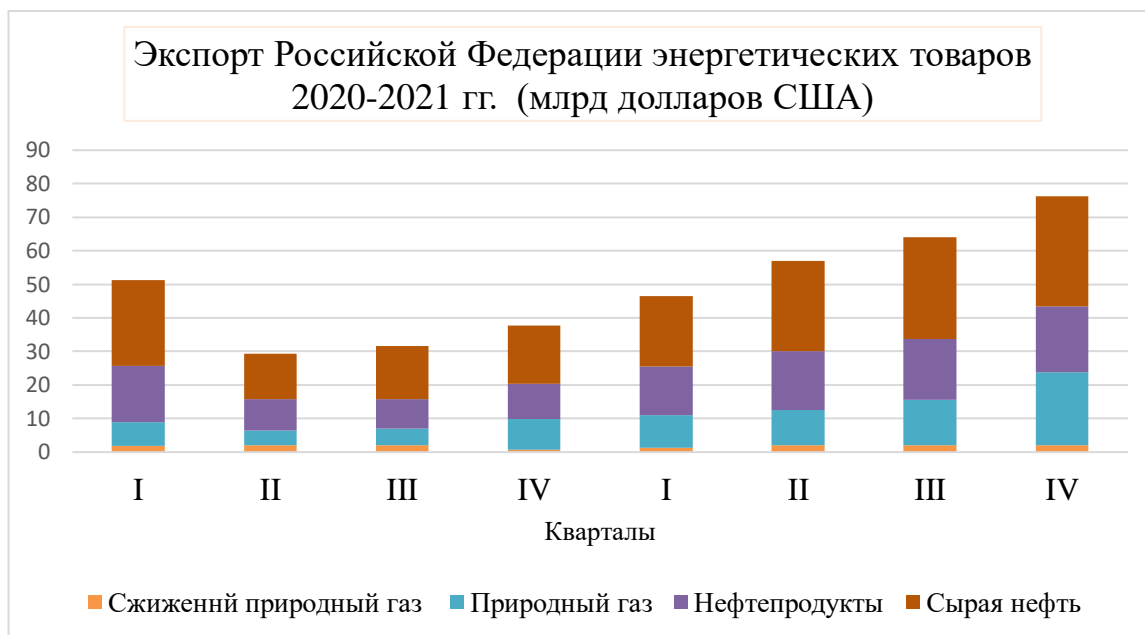


Рис. 2. Экспорт РФ энергетических товаров 2020-2021 гг. (млрд. долл. США)[3]

Доля всех этих четырех ресурсов в совокупном объеме экспорта России 49% в 2021 году, а в 2020 году – 45%. Стоит отметить, что комплексный экспорт этих товаров в 2021 году равен 243,8 млрд. долларов США, по сравнению с 2020 годом – этот показатель увеличился в 1,6 раза (на 95,3 млрд. долларов США), также снизился объем поставок – всего на 1,4 млрд. долларов США[3].

По состоянию на 2021 год запасы газа в России составляют 1,688 трлн. кубических футов, что занимает 1-е место в мире и составляет около 24% от общих мировых запасов природного газа в размере 6 923 трлн. кубических футов. На данный момент выработано мировых запасов природного газа примерно 40%, скорее всего, мир приближается к стадии пика добычи сырьевой базы газовой промышленности планеты.

Россия располагает доказанными запасами, эквивалентными 102,3-кратному ее годовому потреблению. Это означает, что у него осталось газа

примерно на 102 года (при текущем уровне потребления и без учета недоказанных запасов).

Также, стоит отметить, что 65% всех запасов газа в мире сосредоточились в следующих странах: России, Иране, Катаре, Туркменистане и США (24%, 16%, 12%, 7% и 8%. соответственно).

Для более полного понимания сущности рассматриваемых аспектов, необходимо изучить основные термины. Изначально нужно определить, что представляет собой «сжиженный природный газ». Природный газ в своем обычном состоянии при транспортировке и хранении занимает очень большие объемы, а доставляется потребителю по трубопроводу под землей. Но существует важная проблема – не везде является возможным протянуть необходимые коммуникационные сети. Именно в таких случаях появляется необходимость применения сжиженного газа – природного газа, охлажденного до -160 градусов по Цельсию, ставшего жидкостью и уменьшившего свой объем примерно в 600 раз.

Плюсом в использовании сжиженного газа является не только удобство транспортировки, но и экологичность применения – например, при использовании его для заправки автомобиля уменьшается расход масла и износ двигателя, также его цена меньше, чем у бензина.

Как было сказано выше, торгово-энергетический сектор является значимой составляющей в структуре экспорта Российской Федерации, то просто необходимо отслеживать и контролировать динамику основных статей рассматриваемого комплекса.

Посредством эконометрических инструментов анализа MS Excel «Анализ данных», спрогнозируем предполагаемые объемы экспорта предстоящих периодах, статистические данные по которым еще не подсчитаны и не выявлены статистическими службами России [4,5].

С помощью статистических данных, представленных Росстатом, рассмотрим временной ряд объемов экспорта сжиженного природного газа России в период с 2016 года по 2021 год с длиной ряда в 24 квартала (табл. 1).

Таблица 1

Объем экспорта сжиженного природного газа России в период с 2016 до 2021 гг.

Год	Квартал	Объем экспорта сжиженного природного газа, млн.куб.м
2016	I квартал 2016 г.	6,3
	II квартал 2016 г.	5,6
	III квартал 2016 г.	5,6
	IV квартал 2016 г.	6,7
2017	I квартал 2017 г.	4,6
	II квартал 2017 г.	6,3
	III квартал 2017 г.	6,9
	IV квартал 2017 г.	6,5
2018	I квартал 2018 г.	9,8
	II квартал 2018 г.	9,3
	III квартал 2018 г.	10,1
	IV квартал 2018 г.	7,6
2019	I квартал 2019 г.	11,7
	II квартал 2019 г.	17,7
	III квартал 2019 г.	17,2
	IV квартал 2019 г.	18,8
2020	I квартал 2020 г.	16,7
	II квартал 2020 г.	16,3
	III квартал 2020 г.	22,1
	IV квартал 2020 г.	13,3
2021	I квартал 2021 г.	14,3
	II квартал 2021 г.	21,1
	III квартал 2021 г.	17,9
	IV квартал 2021 г.	12,8

Представим эти данные в виде графика временного ряда u_t при $t = 1, 2, \dots, 24$, где t – номер квартала (см. рис. 3).



Рис. 3 Графическое представление объема экспорта сжиженного природного газа млн. куб. м

Данный график говорит о наличии сезонных колебаний и тенденции в данном временном ряде. В процессе предварительного анализа выявлено, что уровень рассматриваемого ряда содержит тренд (Т), сезонную с периодом $l=4$ (S) и случайную (E) компоненты.

Стоит отметить, что модель является мультипликативной и ей соответствует представление уровней временного ряда как произведение всех перечисленных компонентов [6]:

$$Y = T * S * E \quad (1)$$

Выделение сезонной скорректированной компоненты

t	yt	Скользящая средняя за 4 кв.	Центрирован ная скользящ ая средняя	Оценка сезон ной компонен ты (St)	Сезонная скорректиров анная компонента S	Yt/S
1	6,3				0,930	6,78
2	5,6				1,077	5,20
3	5,6	6,1	5,8	0,926	1,070	5,23
4	6,7	5,6	5,7	1,191	0,923	7,26
5	4,6	5,8	6,0	0,793	0,930	4,95
6	6,3	6,1	6,1	1,029	1,077	5,85
7	6,9	6,1	6,7	1,136	1,070	6,45
8	6,5	7,4	7,8	0,881	0,923	7,05
9	9,8	8,1	8,5	1,206	0,930	10,54
10	9,3	8,9	9,1	1,042	1,077	8,63
11	10,1	9,2	9,4	1,098	1,070	9,44
12	7,6	9,7	10,7	0,786	0,923	8,24
13	11,7	11,8	12,7	0,994	0,930	12,58
14	17,7	13,6	15,0	1,306	1,077	16,43
15	17,2	16,4	17,0	1,052	1,070	16,07
16	18,8	17,6	17,4	1,068	0,923	20,38
17	16,7	17,3	17,9	0,968	0,930	17,96
18	16,3	18,5	17,8	0,882	1,077	15,13
19	22,1	17,1	16,8	1,292	1,070	20,65
20	13,3	16,5	17,1	0,806	0,923	14,42
21	14,3	17,7	17,2	0,808	0,930	15,38
22	21,1	16,7	16,6	1,267	1,077	19,58
23	17,9	16,5	16,5	1,083	1,070	16,73
24	12,8				0,923	13,87

С помощью MS Excel «Анализ данных» опишем тенденцию рассматриваемого ряда линейным уравнением: $y = 0,6416t + 3,8464$ (рис.4).

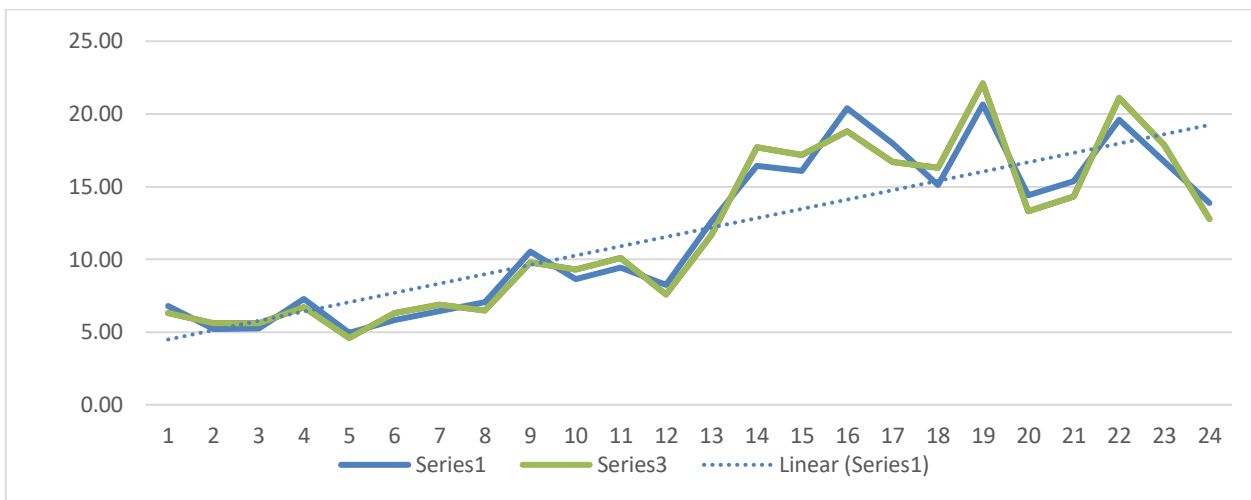


Рис.4.Применение линейного тренда

Рассматривая коэффициент детерминации, можно сказать, что учет фактора времени может объяснить только 73% вариации, следовательно, экспорта сжиженного природного газа.

Необходимо досконально рассмотреть график и заметить, что уровень ряда значительно отклоняется от точек, которые описываются уравнением. Для того, чтобы исправить эту ситуацию, можно сгладить получившееся отклонение. Введем фиктивную переменную для обозначенного периода времени, примем к сведению для каждого последующих расчётов. Она может принимать одно из двух возможных значений: 0 или 1. Введем переменные для t_{5-8} , t_{12} , t_{14-17} , t_{18} , t_{19} , t_{21} , t_{22} , t_{24} .

Пусть $z_{5-8} = 1$ для $t = 5, 6, 7, 8$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{12} = 1$ для $t = 12$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{14-17} = 1$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{18} = 1$ для $t = 18$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{19} = 1$ для $t = 19$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{21} = 1$ для $t = 21$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{22} = 1$ для $t = 22$ и $z = 0$ для оставшихся t ; $z_{24} = 1$ для $t = 24$ и $z = 0$ для оставшихся t .

Используя MS Excel «Анализ данных», учитывая фактор времени и фиктивные переменные, построим регрессионную модель тренда

$$T = 4,793 + 0,504t - 1,993z_{5-8} - 3,239z_{12} + 4,998z_{14-17} + 2,438z_{18} + 7,734z_{19} - 1,073z_{21} + 5,223z_{22} - 4,085z_{24} \quad (2)$$

Введение фиктивных переменных помогло улучшить модель и повысить долю объясненной дисперсии до 98,1%. Посредством t-статистики Стьюдента при $t_{\text{табл}}=2,31$ подтверждается значимость коэффициентов уравнения рассматриваемой модели.

Приведем регрессионную статистику модели (1) (рис. 5)

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный R	0,990893382							
R-квадрат	0,981869694							
Нормированный R-квадрат	0,970214498							
Стандартная ошибка	0,948344938							
Наблюдения	24							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	9	681,8823196	75,7647	84,2431	1,23591E-10			
Остаток	14	12,5910137	0,89936					
Итого	23	694,4733333						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	4,793518519	0,499821669	9,59046	1,6E-07	3,721507661	5,8655294	3,721507661	5,86553
t	0,503800154	0,041651806	12,0955	8,4E-09	0,414465916	0,5931344	0,414465916	0,59313
Z12	-3,23912037	0,999643337	-3,2403	0,00593	-5,383142086	-1,0950987	-5,383142086	-1,0951
Z14-17	4,99757909	0,612508178	8,1592	1,1E-06	3,683879706	6,3112785	3,683879706	6,31128
Z19	7,734278549	1,068918755	7,23561	4,3E-06	5,441675841	10,026881	5,441675841	10,0269
Z21	-1,073321759	1,102160613	-0,9738	0,34667	-3,437221164	1,2905776	-3,437221164	1,29058
Z22	5,222878086	1,12073547	4,66022	0,00037	2,819139578	7,6266166	2,819139578	7,62662
Z18	2,438078704	1,054374965	2,31235	0,03649	0,176669322	4,6994881	0,176669322	4,69949
Z24	-4,084722222	1,161480599	-3,5168	0,00342	-6,575850341	-1,5935941	-6,575850341	-1,5936
Z5-8	-1,993219522	0,575714748	-3,4622	0,00381	-3,228004845	-0,7584342	-3,228004845	-0,7584

Рис. 5. Результаты регрессионной статистики и дисперсионного анализа для модели линейного тренда с фиктивной переменной

Предсказанные значения (T_z), учитывая сезонную компоненту ($T_z * S_i$), представлены в табл. 3.

Таблица 3

Вычисление остатков для расчета ошибки

c	S _i	y _t /S _t	T _z	T _z *S _i	E=y _t /T _z *S _i	E _{абсцл} = y _t -T _z *S _i	(E _{абсцл}) ²	(y _t - \bar{y}_t)	(y _t - \bar{y}_t) ²
6,3	0,930	6,78	5,30	4,93	1,28	1,37	1,89	-5,6	31,36
5,6	1,077	5,20	5,80	6,25	0,90	-0,65	0,42	-6,3	39,69
5,6	1,070	5,23	6,30	6,75	0,83	-1,15	1,32	-6,3	39,69
6,7	0,923	7,26	6,81	6,28	1,07	0,42	0,17	-5,2	27,04
4,6	0,930	4,95	5,32	4,95	0,93	-0,35	0,12	-7,3	53,29
6,3	1,077	5,85	5,82	6,27	1,00	0,03	0,00	-5,6	31,36
6,9	1,070	6,45	6,33	6,77	1,02	0,13	0,02	-5,0	25
6,5	0,923	7,05	6,83	6,30	1,03	0,20	0,04	-5,4	29,16
9,8	0,930	10,54	9,33	8,67	1,13	1,13	1,27	-2,1	4,41
9,3	1,077	8,63	9,83	10,59	0,88	-1,29	1,67	-2,6	6,76
10,1	1,070	9,44	10,34	11,06	0,91	-0,96	0,92	-1,8	3,24
7,6	0,923	8,24	7,60	7,01	1,08	0,59	0,35	-4,3	18,49
11,7	0,930	12,58	11,34	10,55	1,11	1,15	1,33	-0,2	0,04
17,7	1,077	16,43	16,84	18,15	0,98	-0,45	0,20	5,8	33,64
17,2	1,070	16,07	17,35	18,57	0,93	-1,37	1,86	5,3	28,09
18,8	0,923	20,38	17,85	16,47	1,14	2,33	5,43	6,9	47,61
16,7	0,930	17,96	18,36	17,07	0,98	-0,37	0,13	4,8	23,04
16,3	1,077	15,13	16,30	17,56	0,93	-1,26	1,59	4,4	19,36
22,1	1,070	20,65	22,10	23,65	0,93	-1,55	2,40	10,2	104,04
13,3	0,923	14,42	14,87	13,72	0,97	-0,42	0,18	1,4	1,96
14,3	0,930	15,38	14,30	13,30	1,08	1,00	1,01	2,4	5,76
21,1	1,077	19,58	21,10	22,73	0,93	-1,63	2,67	9,2	84,64
17,9	1,070	16,73	16,38	17,53	1,02	0,37	0,14	6,0	36
12,8	0,923	13,87	12,80	11,81	1,08	0,99	0,98	0,9	0,81

В мультипликативной модели абсолютные ошибки находятся по формуле $E_{абс} = y_t - T_z * S_i$. Сумма квадратов абсолютных ошибок составляет 26,12.

Итоговая сумма квадратов отклонений фактического уровней этого ряда от среднего значения равна 694,48. Доля ошибки:

$$\frac{\sum(E_{абс})^2}{\sum(y_t - \bar{y}_t)^2} = \frac{26,12}{694,48} = 0,037611 \rightarrow 3,76\%. \quad (3)$$

Следовательно, доля объясненной дисперсии уровней ряда составляет 96,24%.

Расчет будущих значений временного ряда по уравнению модели подразумевает прогнозирование по мультипликативной модели временного ряда.

Верификация завершается проверкой остатков на отсутствие автокорреляции посредством теста Дарбина-Уотсона. Отсутствие автокорреляции подтверждается.

Вычислим прогнозное значение объемов экспорта сжиженного природного газа РФ на первый квартал 2022 года:

$$\hat{y} = (4,793 + 0,504 * 25 - 4,085) * 0,93 = 12,376 \text{ (млн.куб.м)}$$

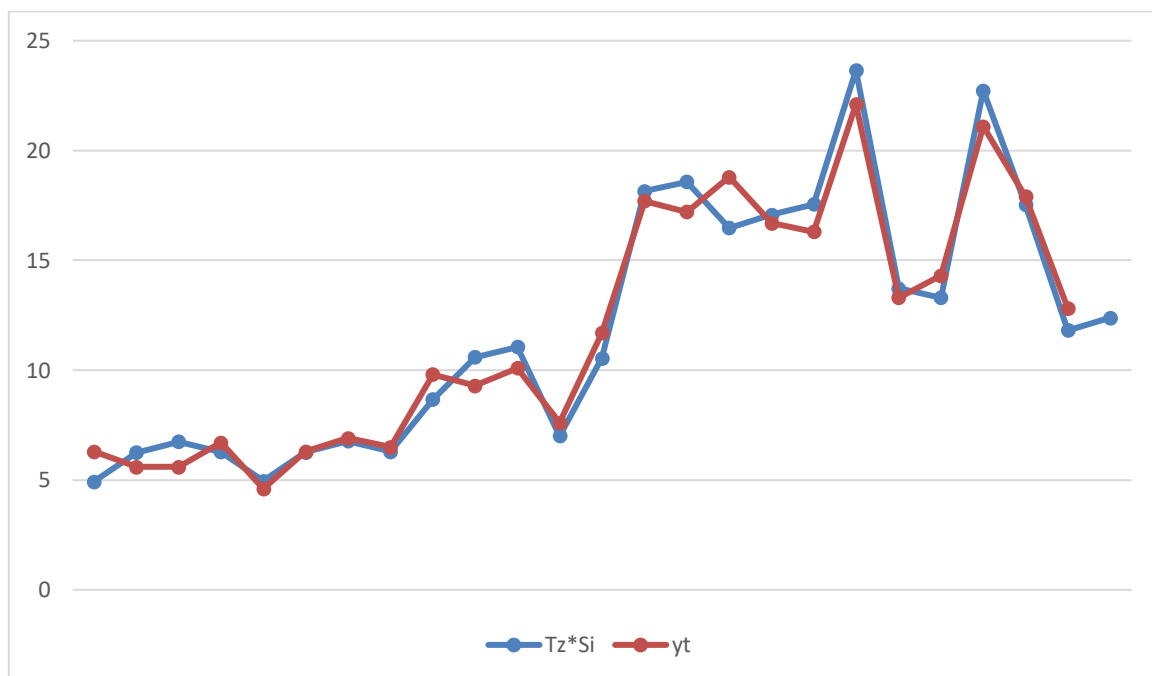


Рис. 5. Графическое представление фактических и прогнозных данных

Проведенное исследование спрогнозировать объем экспорта сжиженного природного газа РФ на первый квартал 2022 года. Сравнить по фактическим и прогнозным значениям будет возможно, после публикации данных в официальных источниках.

Оценив адекватность и качество модели, отметим, что она статистически значима, а также применима для проведения прогнозов определения будущих доходов.

Список литературы:

1. О внешней торговле в 2021 году. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]//URL:https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/26_23-02-2022.html.
2. ФТС России данные об экспорте-импорте России за 2021 год. Официальный сайт ФТС России [Электронный ресурс] // [URL:https://customs.gov.ru/press/federal/document/](https://customs.gov.ru/press/federal/document/).
3. Экспорт Российской Федерации основных энергетических товаров. Официальный сайт Банка России. [Электронный ресурс] // URL: https://cbr.ru/statistics/macro_itm/svs/export_energy.
4. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник для магистров. М. :Юрайт, 2012. 453 с.
5. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник. М :Юнити-Дана, 2012. 328 с.
6. Эконометрика: учебник М. :Мхитарян В. С., Архипова М. Ю., Балаш В. А., Балаш О. С., Дуброва Т. А., Сиротин В. П.Под общей редакцией: Мхитарян В. С. Проспект, 2015.
7. Ларькин Е.В. Анализ временных рядов и прогнозирование по данным таможенной статистики: учебное пособие. СПб.: Троицкий мост, 2016.

References:

1. On foreign trade in 2021. Federal State Statistics Service [Electronic resource]//URL:https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/26_23-02-2022.html.
2. The Federal Customs Service of Russia data on exports and imports of Russia for 2021. Official website of the Federal Customs Service of Russia [Electronic resource] // [URL:https://customs.gov.ru/press/federal/document/](https://customs.gov.ru/press/federal/document/).

3. Export of the main energy products to the Russian Federation. Official website of the Bank of Russia. [Electronic resource] // URL: https://cbr.ru/statistics/macro_itm/svs/export_energy.
4. Eliseeva I.I. Econometrics: textbook for masters. M. :Yurayt, 2012. 453 p.
5. Kremer N.S., Putko B.A. Econometrics: textbook. Moscow :Unity-Dana, 2012. 328 p.
6. Econometrics: textbook M. : Mkhitarian V. S., Arkhipova M. Yu., Balash V. A., Balash O. S., Dubrova T. A., Sirotin V. P. Under the general editorship: Mkhitarian V. S. Prospect, 2015.
7. Larkin E.V. Time series analysis and forecasting according to customs statistics: textbook. St. Petersburg: Troitsky Bridge, 2016.