ции причалов, то есть с первого года вводить второй причал, а, начиная со второго года, – первый;

в) x_8 = 1 392 826,10, x_{10} = 272 265,73, x_{11} = 2 447 588,17; т.е. оптимальный план предусматривает в первом году инвестиции собственного капитала в размере 1 392 826,10 тыс. руб., в третьем году – 272 265,73 тыс. руб., и в четвертом – 2 447 588,17 тыс. руб.;

г) при финансировании проекта используются только долгосрочные кредиты с интенсивностью: x_{28} = 185,95 и x_{29} = 525,33, т.е. необходимо заимствовать (в тыс. руб.): 1 000 × 185,95 = 185 950 с первого года выполнения проекта; 1 000 × 525,33 = 525 330 со второго;

д) Свободные денежные средства, полученные в результате функционирования порта, предлагается разместить в краткосрочных депозитах с интенсивностью: x_{29} = 27 657,92; x_{30} = 32 671,91; x_{31} = 38 083,95; x_{32} = 45 166,99; x_{33} = 52 558,22; x_{34} = 60 189,94, т.е. вкладывать денежные средства (тыс. руб.) на депозит по годам в следующих объемах: 100 × 27 657,92 = 2 765 792 в четвертом году; 100 × 32 671,91 = 3 267 191 в пятом году; 100 × 38 083,95 = 3 808 395 в шестом году; 100 × 45 166,99 = 4 516 699 в седьмом году; 100 × 52 558,22 = 5 255 822 в восьмом году; 100 × 60 189,94 = 6 018 994 в девятом году.

Расчет подтвердил финансовую реализуемость проекта – годовое сальдо в каждом периоде, кроме последнего равно нулю ($x_{35} = x_{36} = \ldots = x_{43} = 0$; x_{44} = 7 553 785,96).

Сравнение результатов оценки эффективности по методу полного финансового плана с функцией цели (9) и по методу чистого дисконтированного дохода (в соответствии с Методическими рекомендациями [14]) показало, что применение оптимизационной модели позволяет улучшить значение ЧДД (на 9,1% при норме дисконта равной 8,75%[3]; ВНД = 13,5%) и гарантировать финансовую реализуемость проекта.

Выполненное исследование показало, что разработанная модель позволяет рассчитывать сбалансированные схемы финансирования инфраструктурных проектов;

определять оптимальную очередность ввода их мощностей; эффективно использовать свободные средства, генерируемые проектом. Модель может использоваться предприятиями и проектными организациями на начальных этапах разработки и экспертизы инвестиционных проектов, а также в учебном процессе при изучении дисциплин, связанных с экономической оценкой инвестиций и экономико-математическими методами.

Спсок литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. №2227-р. // «Российская Газета» [сайт]. URL: http://www.rg.ru/2012/01/03/innov-razvitie-site-dok.html. (дата обращения: 15.02.14).
2. Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. СПб.: «Питер», 2001. 414 с.
3. Смоляк С.А. Дисконтирование денежных потоков в задачах оценки эффективности инвестиционных проектов и стоимости имущества. М.: Наука, 2006. 324 с.
4. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 367 с.
5. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование: Методы оценки и обоснования. СПб.: Издательство С.-Петербургского ун-та, 2003. 528 с.
6. Рытиков А.М., Рытиков С.А. Оптимизация стратегии организации и финансирования инвестиционного процесса // Цветные металлы, 2005, №7, С.4–13.
7. Рытиков А.М., Рытиков С.А. Влияние исходных условий на эффективность и финансовый профиль инвестиционного проекта при максимизации чистого дисконтированного дохода // Цветные металлы, 2007, №2, С.6–17.
8. Орлова И.В., Половников В.А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2013.
9. Михалева М.Ю. Портфель инвестиционных проектов как объект моделирования // Вестник Финансовой академии, 2008. № 1(45). С. 176 – 180.
10. Рытиков А.М. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС): учебно-методический комплекс. М.: Моск. городск. ун-т управл. Правительства Москвы, 2008. 100 с.
11. Портал Мэра и Правительства Москвы [сайт]. URL: https://www.mos.ru/documents/ (дата обращения: 15.02.2014).
12. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть 2. КонсультантПлюс [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/popular/nalog2/ (дата обращения: 15.02.2014).
13. Центральный Банк Российской Федерации. Годовой отчет 2009. // Банк России [сайт]. URL: http://www.cbr.ru (дата обращения: 15.02.2014).
14. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция). М.: ОАО «НПО». «Экономика», 2001. 421 с.

[3] Согласно Приложению 8 к постановлению Правительства Москвы от 03.07.2007 N 576-ПП [8], ставка дисконта может быть принята равной ставке рефинансирования Банка России.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ДИЗЕЛЬНОЕ ТОПЛИВО С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ АВТОРЕГРЕССИИ

Сапрыкина Е.А.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Введение

Данная работа посвящена анализу и моделированию динамики изменения мировых цен на нефтепродукты. Эта задача представляет интерес и актуальна для российской экономики в целом.

В настоящее время большое число экономических исследований проводится с помощью методов корреляционного и регрессионного анализа, которые используются для решения поставленной задачи. Центральной проблемой эконометрики является построение моделей, описывающих реальные экономические процессы, и их дальнейшее использование для построения прогноза. Одной из основных проблем, возникающих в подобных исследованиях является то, что модели оказываются неэффективными для долгосрочного прогноза.

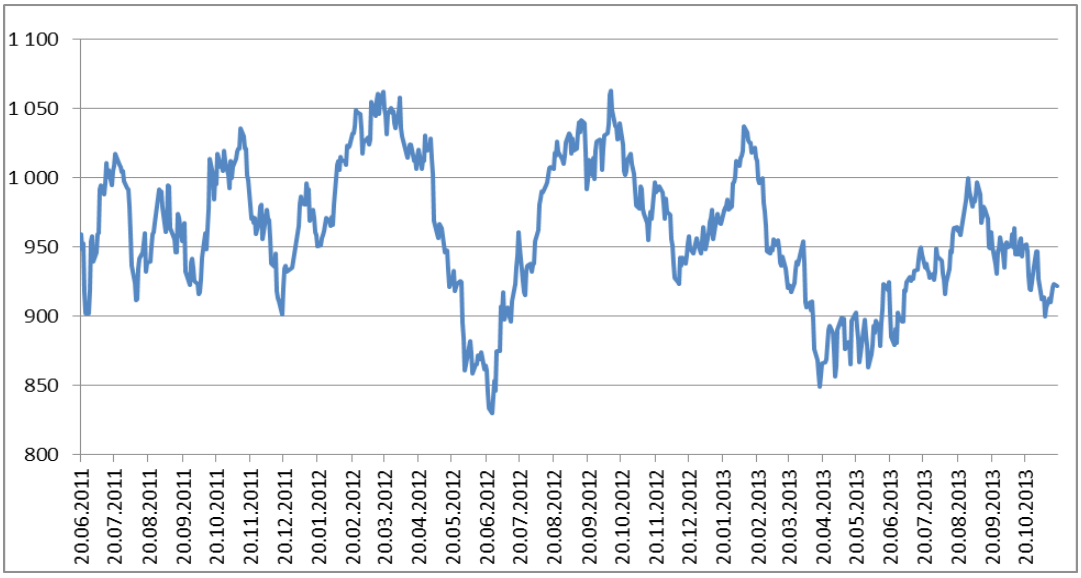
Целью работы является проведение анализа рядов данных, составленных по ежедневным данным котировок Platts мировых цен на нефтепродукты за период с 20.01.2011 по 22.11.2013. По этим данным требуется построить модели, адекватно описывающие динамику рядов, рассчитать точечные и интервальные прогнозы на несколько рабочих дней, оценить точность построенных моделей, сравнивая прогнозные и фактические значения.

Для выполнения работы использовались программные продукты IBM SPSS, Microsoft Excel, а также VSTAT.

Построение модели для динамики цен на дизельное топливо.

В первую очередь приведем график исходных данных – котировок Platts[1] на дизельное топливо. График имеет вид

[1] http://www.platts.com



Platts — независимое информационное агентство США. Является крупнейшим и одним из наиболее уважаемых в мире источником информации об энергетической промышленности, услуг в области маркетинга и компанией, проводящей исследования.

Компания Platts публикует рыночные данные и аналитические материалы, а также эталонные оценки, которые широко используются в качестве ориентиров на физических и фьючерсных рынках.

Для определения ценовых котировок используется информация о совершенных сделках, а также предложения о покупке или продаже товара. В случае отсутствия на рынке ликвидности Platts устанавливает диапазон покупки/продажи на основе консенсуса участников торгов.

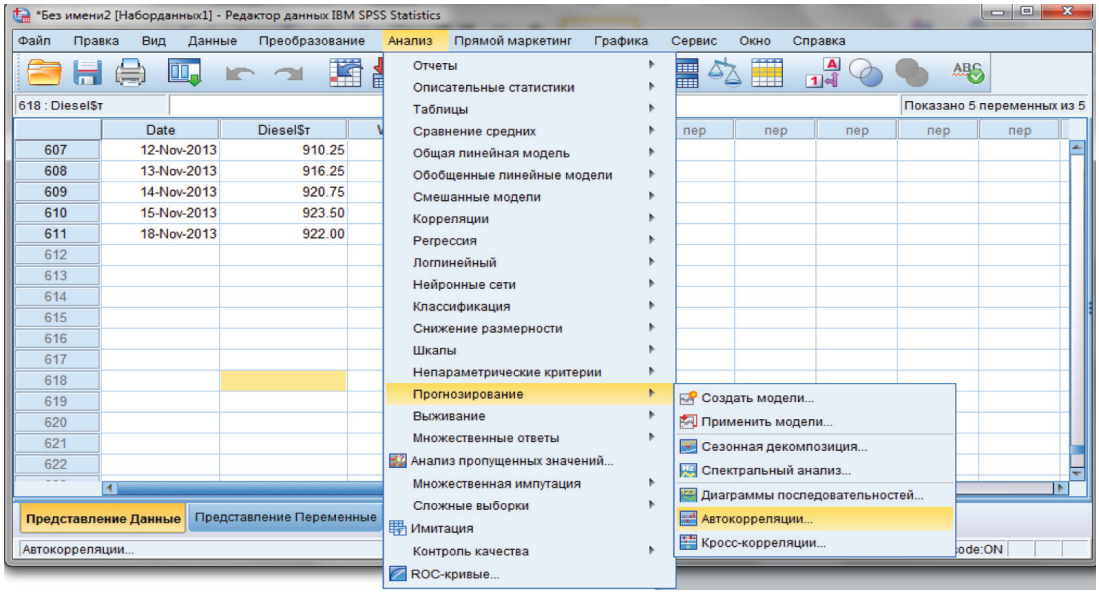
Для исследования данных использовались методы анализа временных рядов. Оценка параметров моделей временных рядов и расчет прогнозных значений выполнены с помощью метода авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (АПРСС)[2].

Мультипликативная сезонная АРПСС представляет развитие и обобщение обычной модели АРПСС на ряды, в которых имеется периодическая сезонная компонента. В дополнении к несезонным параметрам (параметры авторегрессии (p), порядок разности (d), параметры скользящего среднего (q)), в модель вводятся сезонные параметры для определенного лага, устанавливаемого на этапе идентификации порядка модели: сезонная авторегрессия (Ps), сезонная разность (Ds) и сезонное скользящее среднее (Qs). Полная сезонная АРПСС записывается как АРПСС (p, d, q) (Ps, Ds, Qs).

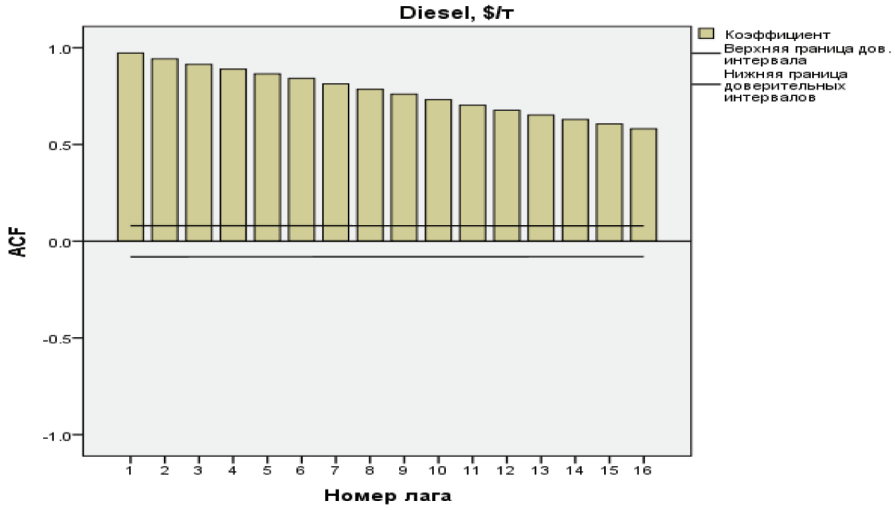
Прежде чем оценивать параметры, надо определить их количество, т.е. выбрать модель АРПСС. Для идентификации используют автокорреляционные и частные автокорреляционные функции.

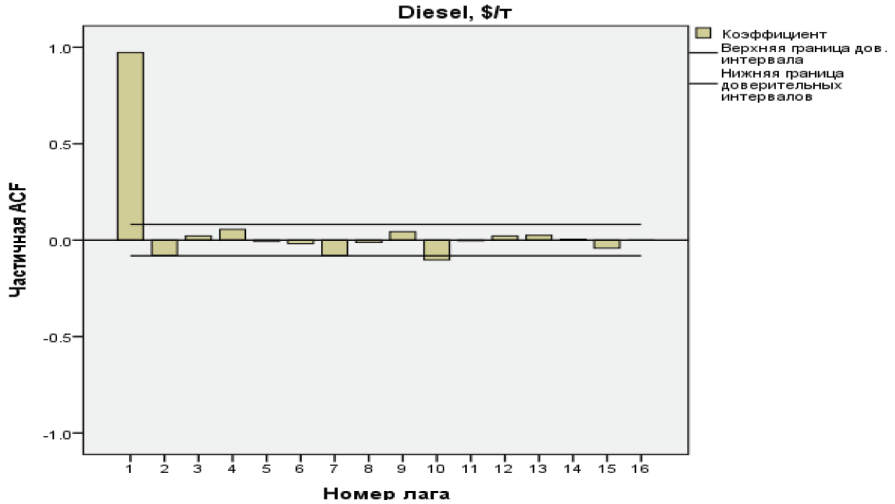
Отобразим автокорреляционные и частные автокорреляционные функции.

[2] Модели АРПСС – класс универсальных линейных моделей для описания стационарных и нестационарных временных рядов. Разработчики – G. P. Box, G.M. Jenkins. Для моделирования используются только данные временного ряда.



Полученные корреллограммы имеют следующий вид:





При построении модели АРПСС в первую очередь необходимо проверить рассматриваемый ряд на стационарность. Признаками нестационарности являются: наличие тренда, гетероскедастичность, изменяющаяся автокорреляция. График АКФ (ACF), позволяет предположить, что это авторегресионный процесс с коэффициентом b_1 близким к 1, т.е. нестационарный процесс, поскольку АКФ убывает очень медленно.

Таким образом, для того, чтобы избавиться от не стационарности, при выборе модели данные будут преобразованы с помощью натурального логарифма.

Рассмотрев конфигурацию графиков АКФ и ЧАКФ выберем параметры модели:

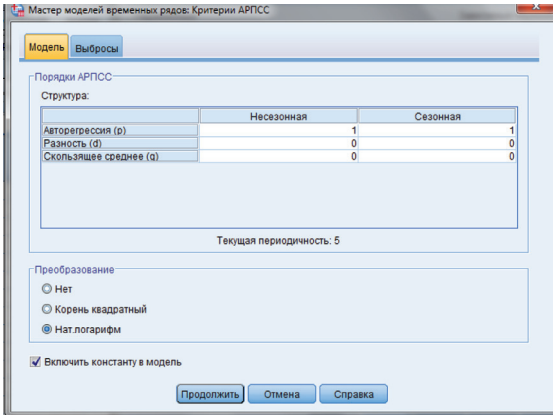
***Один параметр (p)*: АКФ - экспоненциально убывает; ЧАКФ - имеет резко выделяющееся значение для лага *1*, нет корреляций на других лагах.**

Два параметра авторегрессии (p): АКФ имеет форму синусоиды или экспоненциально убывает; ЧАКФ имеет резко выделяющиеся значения на лагах *1*, *2*, нет корреляций на других лагах.

Один параметр скользящего среднего (q): АКФ имеет резко выделяющееся значение на лаге *1*, нет корреляций на других лагах. ЧАКФ экспоненциально убывает.

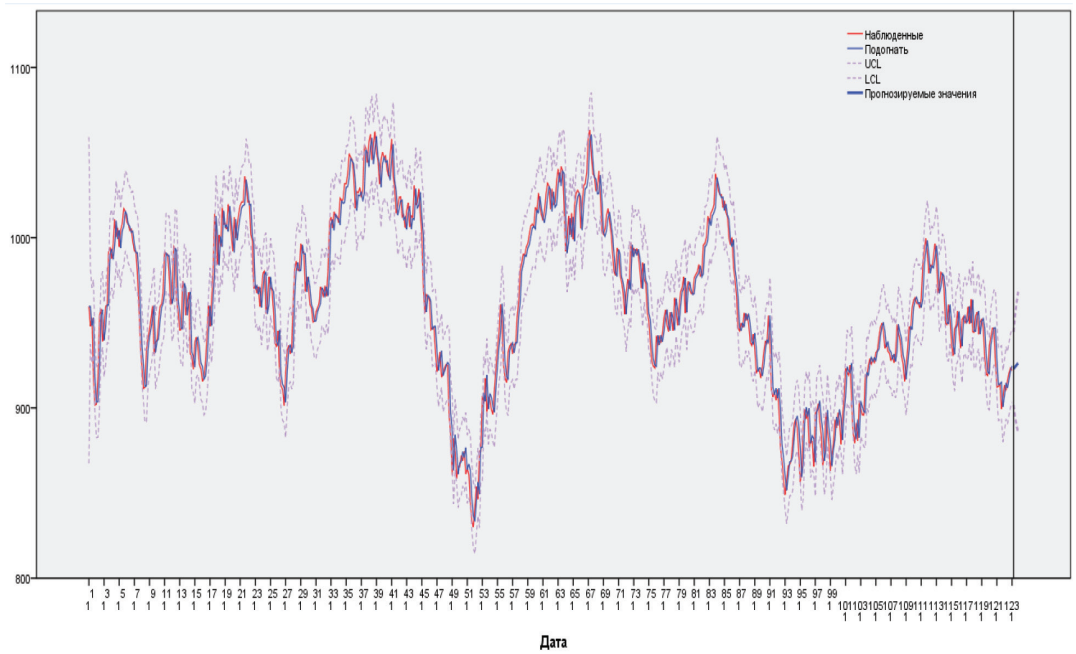
Два параметра скользящего среднего (q): АКФ имеет резко выделяющиеся значения на лагах *1*, *2*, нет корреляций на других лагах. ЧАКФ имеет форму синусоиды или экспоненциально убывает.

Один параметр авторегрессии (p) и один параметр скользящего среднего (q): АКФ экспоненциально убывает с лага *1*; ЧАКФ - экспоненциально убывает с лага *1*.



Получившуюся модель можно записать с помощью уравнения

$$Y_t = -0{,}98325 * Y_{t-1}$$



Получившаяся модель имеет следующие характеристики (по расчетам VSTAT[3]):

	A	B
1	*Характеристики остатков*	
2	*Характеристика*	*Значение*
3	Среднее значение	-0.03
4	Дисперсия	126.68
5	Приведенная дисперсия	127.10
6	Средний модуль остатков	8.74
7	Относительная ошибка	0.91
8	Критерий Дарбина-Уотсона	1.87
9	Коэффициент детерминации	0.95
10	F - значение (n1 = 1, n2 = 608)	11076.03
11	Критерий адекватности	97.49
12	Критерий точности	94.80
13	Критерий качества	95.47
14	Асимметрия	-0.01
15	Эксцесс	0.47
16	Гипотеза о среднем	0.00
17	Гипотеза о гетероскедастичности	1.00
18	Гипотеза о случайности	0.00
19	Гипотеза о нормальности	1.00
20	Уравнение значимо с вероятностью 0.85	
21		

Коэффициент детерминации имеет очень высокое значение $R^2 = 0,95$, следовательно, модель на 95% точно описывает ряд, и всего 5% приходится на ошибку. Значение F-распределения для данной модели равно 11076,03, что больше табличного значения 3,857, следовательно, построенная модель адеквтна. Критерии адекватности, точности и качества модели имеют высокие значения. Коэффициент Дарбина-Уотсона близок к 2, что указывает на отсутствие автокорреляции остатков.

Проанализируем качество модели в программе SPSS[4]. [4]

[3] Официальный сайт http://www.v-stat.ru/. VSTAT – это программа анализа и прогнозирования данных, работающая в среде Windows 2000/XP/Vista/7 под управлением электронной таблицы MS EXCEL 2003/2007/2010, включающая в себя открытый VBA-код и динамическую библиотеку функций (вычислительное ядро).

[4] Официальный сайт http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/ SPSS (аббревиатура англ. «Statistical Package for the Social Sciences», «статистический пакет для социальных наук») — компьютерная программа для статистической обработки данных, один из лидеров рынка в области коммерческих статистических продуктов, предназначенных для проведения прикладных исследований в социальных науках.

Качество подгонки модели в соответствии с SPSS:

Статистика подгонки	Среднее значение	SE	Минимум	Максимум	Процентиль						
					5	10	25	50	75	90	95
Стационарный R-квадрат	.948	.	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948
R-квадрат	.948	.	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948	.948
КСКО	11.262	.	11.262	11.262	11.262	11.262	11.262	11.262	11.262	11.262	11.262
СОМО	.913	.	.913	.913	.913	.913	.913	.913	.913	.913	.913
МОМО	3.895	.	3.895	3.895	3.895	3.895	3.895	3.895	3.895	3.895	3.895
СМО	8.726	.	8.726	8.726	8.726	8.726	8.726	8.726	8.726	8.726	8.726
ММО	36.166	.	36.166	36.166	36.166	36.166	36.166	36.166	36.166	36.166	36.166
Нормализованный BIC	4.874	.	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874

• R-квадрат близок к 1.

• **КСКО**. Корень среднего квадрата ошибки. Мера того, насколько зависимый ряд отличается от ряда его значений, предсказанных моделью, выраженная в тех же единицах, что и зависимый ряд.

• **СОМО**. Средний относительный модуль ошибки. Мера того, насколько ряд отличается от ряда его значений, предсказанных моделью. Она не зависит от используемых единиц измерения и поэтому может использоваться для сравнения рядов с разными единицами измерения.

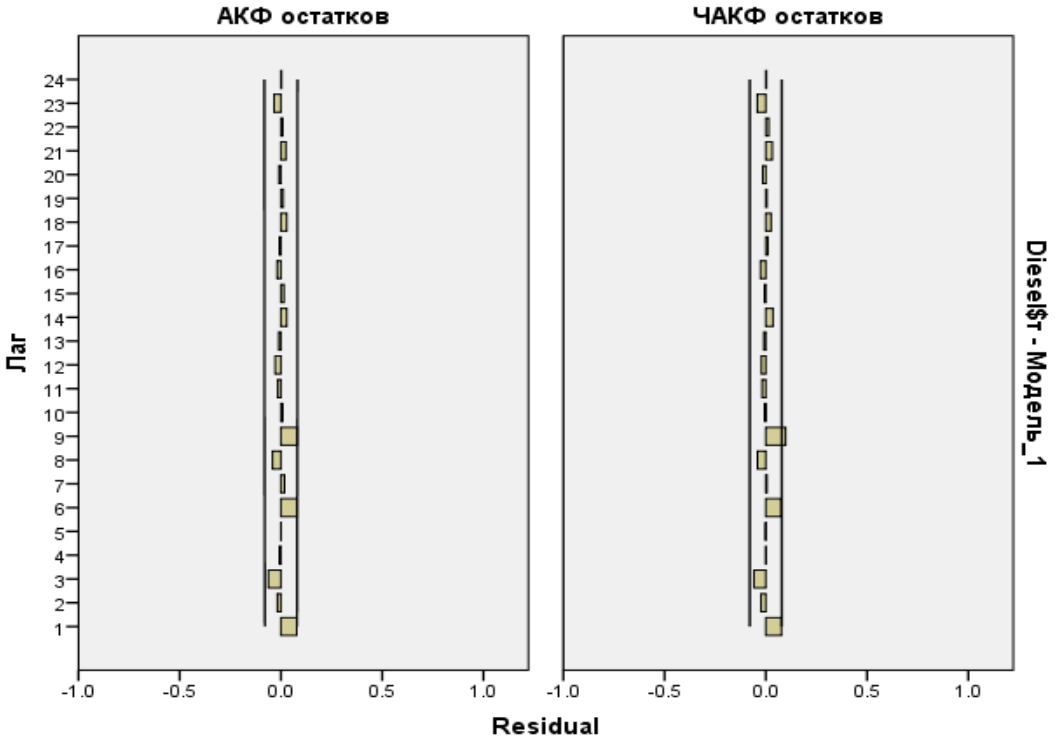
• **СМО**. Средний модуль ошибки. Мера того, насколько ряд отличается от ряда его значений, предсказанных моделью. СМО представляется в исходных единицах измерения ряда.

• **МОМО.** Максимальный относительный модуль ошибки. Наибольшая ошибка предсказания, выраженная в процентах. Эта мера полезна, чтобы представить, каким может быть наихудший прогноз.

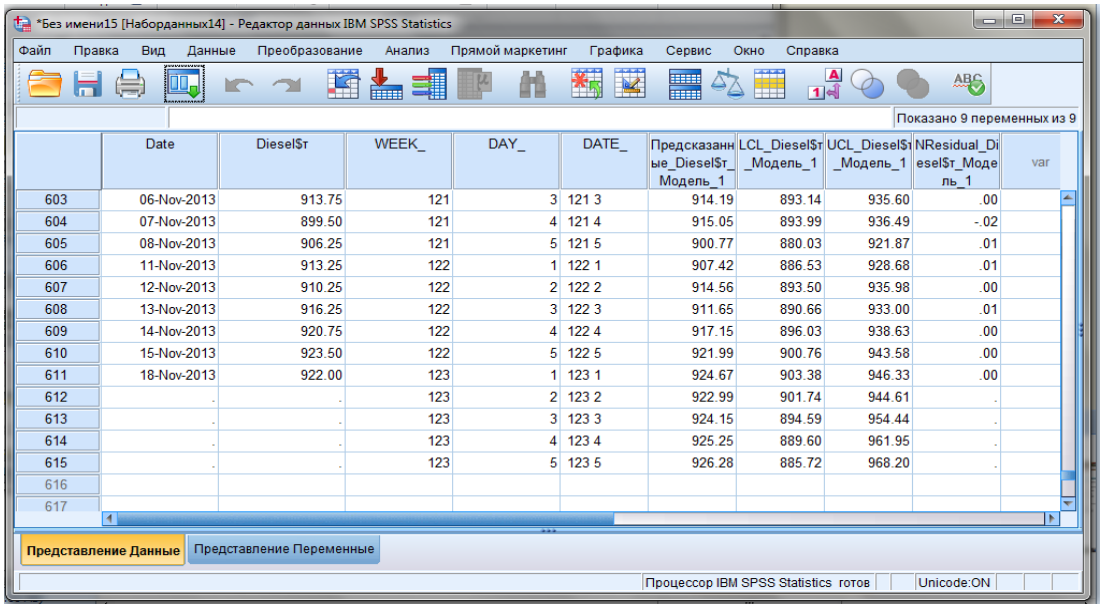
• **ММО**. Максимальный модуль ошибки. Наибольшая ошибка прогноза, выраженная в тех же единицах измерения, что и зависимый ряд. Как и МОМО, этот показатель полезен, чтобы представить наихудший вариант прогноза.

• **Нормализованный BIC**. Нормализованный Байесовский Информационный критерий. Обычная мера общего согласия модели, которая пытается учесть сложность модели. Это значение, основанное на среднем квадрате ошибке, включает штраф за большое число параметров при недостаточной длине ряда. Этот штраф лишает преимущества модели с большим числом параметров, позволяя с помощью данной статистики легко сравнивать разные модели для одних и тех же рядов.

Исходный ряд приведен к стационарному взятием натурального логарифма. Внешний вид АКФ и ЧАКФ дают основание предположить, что рассматриваемый ряд можно описать моделью АРПСС (1 0 0) (1 0 0).



Прогнозные значения модели имеют следующий вид:



	Date	Diesel$т	WEEK_	DAY_	DATE_	Предсказанные_Diesel$т_Модель_1	LCL_Diesel$т_Модель_1	UCL_Diesel$т_Модель_1	NResidual_Diesel$т_Модель_1	var
603	06-Nov-2013	913.75	121	3	121 3	914.19	893.14	935.60	.00	
604	07-Nov-2013	899.50	121	4	121 4	915.05	893.99	936.49	-.02	
605	08-Nov-2013	906.25	121	5	121 5	900.77	880.03	921.87	.01	
606	11-Nov-2013	913.25	122	1	122 1	907.42	886.53	928.68	.01	
607	12-Nov-2013	910.25	122	2	122 2	914.56	893.50	935.98	.00	
608	13-Nov-2013	916.25	122	3	122 3	911.65	890.66	933.00	.01	
609	14-Nov-2013	920.75	122	4	122 4	917.15	896.03	938.63	.00	
610	15-Nov-2013	923.50	122	5	122 5	921.99	900.76	943.58	.00	
611	18-Nov-2013	922.00	123	1	123 1	924.67	903.38	946.33	.00	
612	.	.	123	2	123 2	922.99	901.74	944.61	.	
613	.	.	123	3	123 3	924.15	894.59	954.44	.	
614	.	.	123	4	123 4	925.25	889.60	961.95	.	
615	.	.	123	5	123 5	926.28	885.72	968.20	.	
616										
617										

Прогнозируемые значения

Модель		123 2	123 3	123 4	123 5
Diesel, $/т-Модель_1	Прогнозируемые значения	922.99	924.15	925.25	926.28
	UCL	944.61	954.44	961.95	968.20
	LCL	901.74	894.59	889.60	885.72

Для каждой модели прогнозы начинаются после последнего непропущенного значения в диапазоне затребованного периода оценки и заканчиваются в последнем периоде, в течение которого доступны непропущенные значения всех предикторов, или в дату окончания затребованного периода прогнозов, в зависимости от того, что наступит раньше.

Реальные наблюдения последних четырех дней имеют следующие значения:

2	Дата	Diesel 10 PPM, $/т
1230	11/12/2013	910.25
1231	11/13/2013	916.25
1232	11/14/2013	920.75
1233	11/15/2013	923.50
1234	11/18/2013	922.00
1235	11/19/2013	925.25
1236	11/20/2013	927.50
1237	11/21/2013	939.25
1238	11/22/2013	949.00

Сравнивая полученные прогнозные значения с фактическими данными, можно заметить, что прогноз продолжает общую возрастающую тенденцию ряда, но достаточно сильно отличается от фактических данных, что не удивительно: построение модели не является эффективным для долгосрочного прогноза цен на нефтепродукты. Наиболее точным является прогноз на первый день.

Фактические данные принадлежат доверительным интервалам.

Заключение

Итак, в данной работе проведен анализ ряда цен на дизельное топливо, составленного по данным котировок Platts за период с 20.01.2011 по 22.11.2013. В процессе решения поставленной задачи была построена авторегрессионная модель АРПСС (1, 0, 0) (1, 0, 0).

Прогнозные значения на 4 дня, рассчитанные с помощью данной модели, дали неоднозначный результат. Модель оказалась неэффективна для долгосрочного прогноза. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что динамика цен на нефтепродукты практически непредсказуема, но построенную модель можно использовать для краткосрочного прогноза на 1 день.

Неточность полученных результатов можно объяснить тем, что, во-первых, выбранная модель является адаптивной и опирается на последнее значение ряда данных, а, во-вторых, тенденции рассматриваемого ряда часто нарушаются резкими скачками, обусловленными различными экономическими факторами, которые не учитываются в данном исследовании.

Список литературы

1. http://www.platts.com
2. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбишев. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 319.
3. Интеллектуальный анализ временных рядов: Учебное пособие / Н.Г. Якушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. – М.: ИНФРА-М, 2010.
4. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб.пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников – М.: Вузовский учебник, 2011.
5. http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/
6. http://www.v-stat.ru/
7. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS: Учебное пособие / Под ред. И.В. Орловой. - М.: Вузовский учебник, 2009. – 309 .
8. Анализ временных рядов / Экономический журнал ВШЭ.2002. №1