

Фам Анжелика Зыонговна,
студент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: phamng725@gmail.com

Сенотова Светлана Анатольевна,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail:sveta-senotova@mail.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА БЕНЗИН (АИ-92)

Pham A.Z., Senotova S.A.

APPLICATION FOR PREDICTING GASOLINE PRICES (AI-92)

Аннотация. Рассмотрены цены на бензин (АИ-92) по месяцам с 2008 по 2018 годы. Разработана модель авторегрессии. На основе результатов исследования произведено прогнозирование цен на бензин по Иркутской области на следующий месяц.

Ключевые слова: бензин, прогнозирование цен, цена на бензин, метод Бокса и Дженкинса.

Annotation. The prices of gasoline (AI-92) are considered for the months from 2008 to 2018. The model of auto regression is developed. Based on the results of the study, gasoline prices are forecasted for the next month in the Irkutsk region.

Keywords: gasoline, price forecasting, the price of gasoline, the method of Box and Jenkins.

В настоящее время глобальной проблемой является рост цен на нефть и нефтепродукты [1]. Так как на сегодняшний день хорошо прослеживается стремительное увеличение парка автомобилей, как в нашей стране, так и в Иркутской области конкретно, можно сделать заключение, что поставленная проблема достаточно актуальна. А именно, данный стремительный рост парка транспортных средств и массовая автомобилизация повседневной жизни людей ставят перед обществом проблему топливного обеспечения [2]. Выбор предпочтений марки бензина автовладельцами показал, что в большинстве случаев они выбирают бензин марки АИ-92 [3]. Популярность данной марки бензина объясняется тем, что по объему выпуска она занимает первое место среди других высокооктановых бензинов и является средней по цене. Целью данной работы является разработка приложения для прогнозирования цен на бензин (АИ-92).

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

1. Проанализировать предметную область;
2. Изучить метод Бокса и Дженкинса;
3. Построить модель временного ряда;
4. Проверить модель на адекватность;
5. Спроектировать и разработать приложение на языке C# для прогнозирования цен на бензин.

Бензин является энергоемким вторичным топливом, которое рассматривается как энергетическая валюта. На нем работают многие двигатели внут-

ренного сгорания, поэтому он является энергоносителем для большинства автомобилей в мире.

Цена бензина резко варьируется по всему миру, и это влияет на стоимость эксплуатации автомобиля. Кроме того, мировая экономика все больше переплетается с нефтедобычей и ценами на нефть, что влияет на нашу жизнь гораздо больше, чем стоимость заполнения полного бака.

В результате снижения цен на нефть практически во всех странах происходит снижение цен на конечные продукты нефтепереработки. В России все иначе, уменьшения не происходит, а идет обратный процесс – увеличение цен.

Новизна данной работы заключается в том, что экономические и политические факторы, влияющие на рост или снижение стоимости топлива, учитываться не будут. Процесс прогнозирования будущих цен на бензин будет рассчитан по его текущим и прошлым значениям.

Для прогнозирования цен на бензин был выбран подход авторегрессионного анализа экспериментальных данных по методу Бокса и Дженкинса [4].

Прогноз (от греч. πρόβωσις «предвидение, предсказание») – это научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления. Прогнозы дают возможность аналитически обоснованного многовариантного взгляда на потенциальное развитие, что необходимо для построения альтернативных планов.

Прогнозирование – это разработка прогноза; в узком значении – специальное научное исследование конкретных перспектив дальнейшего развития какого-либо процесса.

Метод прогнозирования Бокса-Дженкинса отличается от большинства методов, поскольку в нем не предполагается какой-либо особенной структуры в данных временных рядах, для которых делается прогноз. В нем используется итеративный подход к определению допустимой модели среди общего класса моделей. Потом выбранная модель сопоставляется со статистическими данными, чтобы проверить, точно ли она описывает ряды. Модель считается приемлемой, если остатки, в основном, малы, распределены случайно и, в общем, не содержат полезной информации. Если заданная модель не удовлетворительна, процесс повторяется, но уже с использованием новой, улучшенной модели. Подобная итеративная процедура повторяется до тех пор, пока не будет найдена удовлетворительная модель. С этого момента найденная модель может использоваться для целей прогнозирования. На рисунке 1 иллюстрируется стратегия выбора модели по методу Бокса и Дженкинса.

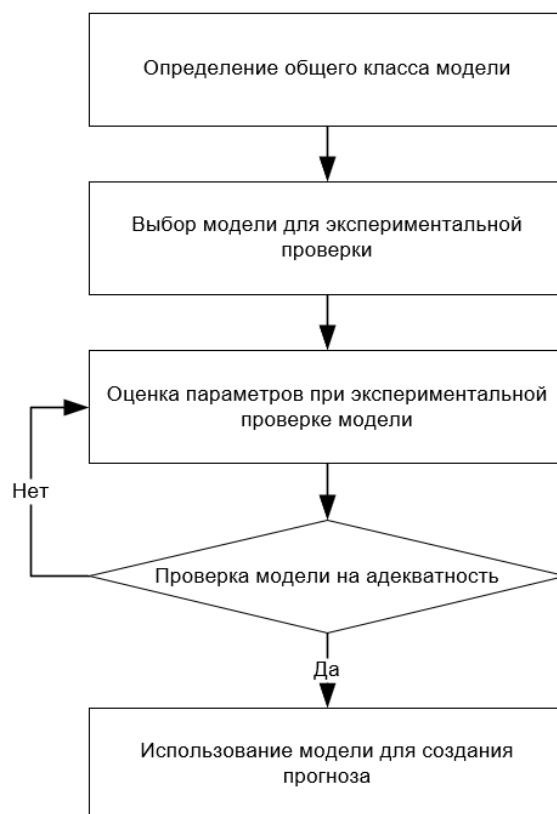


Рисунок 1 – Блок схема стратегии выбора модели по методу Бокса-Дженкинса

Разработка моделей осуществляется на основе оценки данных об определенных объектах или системах, их элементах и процессах с последующими экспериментальными апробациями построенной модели и внесением в нее необходимых корректировок. На данный момент методы прогнозного моделирования имеют наиболее широкий спектр применения в различных областях от биологии до социально-экономической сферы. Возможности этого метода раскрылись с появлением современных компьютерных технологий.

Прежде чем приступить к разработке приложения, необходимо произвести сбор данных. Исходные данные (132 значения) взяты из динамики розничных цен на бензин АИ-92 для Иркутской области с 2008 по 2018 годы включительно [5]. Каждое значение – это розничная цена бензина за литр в определенный месяц (таблица 1).

Для проверки модели на адекватность экспериментальный ряд, состоящий из 132 значений, разбивается на две последовательности: обучающую и контролирующую. Обучающая последовательность состоит из 100 значений, контролирующая – из 32 значений.

Таблица 1. Цена на бензин

Месяц Цена, руб./л.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Год	2008											
	23,63	23,51	23,27	25,87	26,02	27,58	29,11	29,38	28,33	27,72	25,92	22,89
Год	2009											
	20,48	20,27	19,84	19,52	19,03	21,52	24,41	24,93	25,07	24,78	24,45	24,46
Год	2010											
	23,08	23,1	23,43	23,27	23,86	24,01	24,69	24,99	24,99	24,6	25,16	25,44
Год	2011											
	26,32	26,32	26,2	25,65	26,59	27,83	26,51	26,66	26,98	27,4	27,92	27,83
Год	2012											
	27,4	26,42	26,29	26,29	26,28	26,45	26,49	26,42	26,96	28,18	28,92	28,92
Год	2013											
	29,19	29,31	29,65	29,64	29,62	29,58	29,54	29,91	30,67	30,93	31,24	30,91
Год	2014											
	29,83	29,65	30,11	30,63	30,93	31,68	32,86	33,52	34,4	35,22	35,26	34,62
Год	2015											
	34,16	33,33	33,25	33,19	33,07	33,79	35	35,86	35,84	35,92	36	35,67
Год	2016											
	35,24	35,17	35,53	36,24	36,3	36,45	36,8	37,09	37,1	36,96	36,62	36,2
Год	2017											
	36,45	36,76	36,6	36,69	36,9	37,66	37,94	37,96	37,9	37,9	38,02	38,91
Год	2018											
	39	39	38,99	39,07	40,01	40,71	41,13	41,14	41,11	42,05	42,88	42,51

Авторегрессионная модель – модель временных рядов, в которой значения временного ряда в данный момент линейно зависят от предыдущих значений этого же ряда.

В модели авторегрессии текущее значение процесса выражается как конечная линейная совокупность предыдущих значений процесса и импульса α_t . Обозначим значения процесса в равноотстоящие моменты времени $t, t - 1, t - 2, \dots$ как $z_t, z_{t-1}, z_{t-2}, \dots$. Пусть $\tilde{z}_t, \tilde{z}_{t-1}, \tilde{z}_{t-2}, \dots$ будут отклонениями от среднего значения μ процесса, например $\tilde{z}_t = z_t - \mu$. Тогда

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \phi_2 \tilde{z}_{t-2} + \dots + \phi_p \tilde{z}_{t-p} + \alpha_t$$

называется процессом авторегрессии (АР) порядка p .

Среднее значение μ можно оценить с помощью выборочного среднего временного ряда:

$$\bar{z} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N z_t, \quad (1)$$

а дисперсию $\bar{\sigma}_z^2$ процесса – спомощью выборочной дисперсии:

$$\bar{\sigma}_z^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (z_t - \bar{z})^2. \quad (2)$$

По формулам (1) и (2) найдем выборочное среднее и выборочную дисперсию временного ряда. Вычислим выборочные оценки автокорреляций по формуле

$$r_k = \frac{c_k}{c_0}, \quad (3)$$

где

$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-k} (z_t - \bar{z})(z_{t+k} - \bar{z}). \quad (4)$$

Выборочные частные автокорреляции получим, подставляя значения оценок автокорреляций вместо теоретической автокорреляции в уравнение

$$p_j = \phi_{k1}p_{j-1} + \dots + \phi_{k(k-1)}p_{j-k+1} + \phi_{kk}p_{j-k}, \quad j = 1, 2 \dots k, \quad (5)$$

что дает уравнение:

$$r_j = \overline{\phi_{k1}}r_{j-1} + \dots + \overline{\phi_{k(k-1)}}r_{j-k+1} + \overline{\phi_{kk}}r_{j-k}, \quad j = 1, 2 \dots k, \quad (6)$$

и приводит к уравнениям Юла-Уокера:

$$\begin{bmatrix} 1 & r_1 & r_2 & \dots & r_{k-1} \\ r_1 & 1 & r_1 & \dots & r_{k-2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ r_{k-1} & r_{k-2} & r_{k-3} & \dots & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \overline{\phi_{k1}} \\ \overline{\phi_{k2}} \\ \cdot \\ \cdot \\ \overline{\phi_{kk}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overline{r_1} \\ \overline{r_2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \overline{r_k} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Для процесса авторегрессии порядка p частная автокорреляционная функция ϕ_{kk} будет ненулевой для $k \leq p$ и нулем для $k > p$. Другими словами, частная автокорреляционная функция процесса авторегрессии p -го порядка обрывается на задержке, следующей за p .

Непрерывные данные, собранные для получения информации о динамике системы, образуют ряд, содержащий 100 значений стоимости бензина.

С помощью формул 1–4 в электронных таблицах находятся оценки автоковариационной функции и автокорреляционной функции. После чего из оценок функции автокорреляции строится матрица Юла-Уокера размерностью 10×10 , представленная ниже:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 & 0,71 & 0,67 & 0,64 & 0,63 & 0,63 \\ 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 & 0,71 & 0,67 & 0,64 & 0,63 \\ 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 & 0,71 & 0,67 & 0,64 \\ 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 & 0,71 & 0,67 \\ 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 & 0,71 \\ 0,71 & 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 & 0,77 \\ 0,67 & 0,71 & 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 & 0,84 \\ 0,64 & 0,67 & 0,71 & 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 & 0,9 \\ 0,63 & 0,64 & 0,67 & 0,71 & 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 & 0,96 \\ 0,63 & 0,63 & 0,64 & 0,67 & 0,71 & 0,77 & 0,84 & 0,9 & 0,96 & 1 \end{bmatrix}.$$

Также строится столбец неизвестных X и столбец оценок автокорреляций B :

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \\ x_9 \\ x_{10} \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0,96 \\ 0,9 \\ 0,84 \\ 0,77 \\ 0,71 \\ 0,67 \\ 0,64 \\ 0,63 \\ 0,63 \\ 0,63 \end{bmatrix}.$$

Находится обратная матрица A:

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 15,77 & -19,62 & 6,21 & -4,81 & 4,65 & 0,79 & -2,71 & 3,52 & -3,91 & 0,62 \\ -19,62 & 40,15 & -27,19 & 12,06 & -10,49 & 3,64 & 3,98 & -6,89 & 8,14 & -3,91 \\ 6,21 & -27,19 & 41,63 & -28,22 & 13,22 & -9,98 & 3,72 & 4,17 & -6,89 & 3,52 \\ -4,81 & 12,06 & -28,22 & 42,31 & -29,03 & 12,80 & -10,19 & 3,72 & 3,98 & -2,71 \\ 4,65 & -10,49 & 13,22 & -29,03 & 43,22 & -28,66 & 12,80 & -9,98 & 3,64 & 0,79 \\ 0,79 & 3,64 & -9,98 & 12,80 & -28,66 & 43,22 & -29,03 & 13,22 & -10,49 & 4,65 \\ -2,71 & 3,98 & 3,72 & -10,19 & 12,80 & -29,03 & 42,31 & -28,22 & 12,06 & -4,81 \\ 3,52 & -6,89 & 4,17 & 3,72 & -9,98 & 13,22 & -28,22 & 41,63 & -27,19 & 6,21 \\ -3,91 & 8,14 & -6,89 & 3,98 & 3,64 & -10,49 & 12,06 & -27,19 & 40,15 & -19,62 \\ 0,62 & -3,91 & 3,52 & -2,71 & 0,79 & 4,65 & -4,81 & 6,21 & -19,62 & 15,77 \end{bmatrix}$$

После чего вычисляется столбец неизвестных X:

$$X = \begin{bmatrix} 1,245153 \\ -0,40309 \\ 0,313224 \\ -0,3014 \\ -0,04848 \\ 0,182668 \\ -0,23419 \\ 0,262405 \\ -0,08506 \\ 0,036956 \end{bmatrix}.$$

Из результатов видно, что ряд обрывается на задержке, следующей за первой, поэтому можно считать, что процесс является процессом авторегрессии первого порядка и имеет вид:

$$\tilde{z}_t = \phi_1 \tilde{z}_{t-1} + \alpha_t. \quad (8)$$

При вводе нового значения стоимости бензина коэффициент автокорреляции пересчитывается и модель перестраивается. Построенная модель используется для прогнозирования будущих значений временного ряда по его текущим и прошлым значениям. Приложение позволяет спрогнозировать стоимость бензина на следующий период (месяц).

Для проверки модели на адекватность контролирующая последовательность, состоящая из 32 значений, сравнивается со значениями, полученными в ходе процесса прогнозирования. Данные для расчетов представлены в таблице 2, а на рисунке 2 представлены графики реального и полученного значений. Затем вычисляются:

среднее значение ошибки = 0,479063;

дисперсия: $\sigma^2 = 0,141033$;

среднее квадратическое отклонение: $\sigma = 0,375544$.

Таблица 2. Проверка на адекватность

Контролирующая последовательность	Прогнозируемая последовательность	Ошибка	Расчеты
36,3	35,92	0,38	0,009813
36,45	35,98	0,47	8,21E-05
36,8	36,13	0,67	0,036457
37,09	36,56	0,53	0,002595
37,1	36,84	0,26	0,047988
236,96	36,85	0,11	0,136207
36,62	36,72	-0,1	0,335313
36,2	36,39	-0,19	0,447645
36,45	36,06	0,39	0,007932
36,76	36,3	0,46	0,000363
36,6	36,54	0,06	0,175613
36,69	36,38	0,31	0,028582
36,9	36,4	0,5	0,000438
37,66	36,61	1,05	0,32597
37,94	37,35	0,59	0,012307
37,96	37,55	0,41	0,00477
37,9	37,57	0,33	0,02222
37,9	37,6	0,3	0,032063
38,02	37,68	0,34	0,019338
38,91	37,8	1,11	0,398082
39	38,67	0,33	0,02222
39	38,76	0,24	0,057151
38,99	38,76	0,23	0,062032
39,07	38,76	0,31	0,028582
40,01	38,84	1,17	0,477395
40,71	39,67	1,04	0,314651
41,13	40,35	0,78	0,090563
41,14	40,76	0,38	0,009813
41,11	40,78	0,33	0,02222
42,05	40,76	1,29	0,65762
42,88	41,67	1,21	0,53427
42,51	42,47	0,04	0,192776

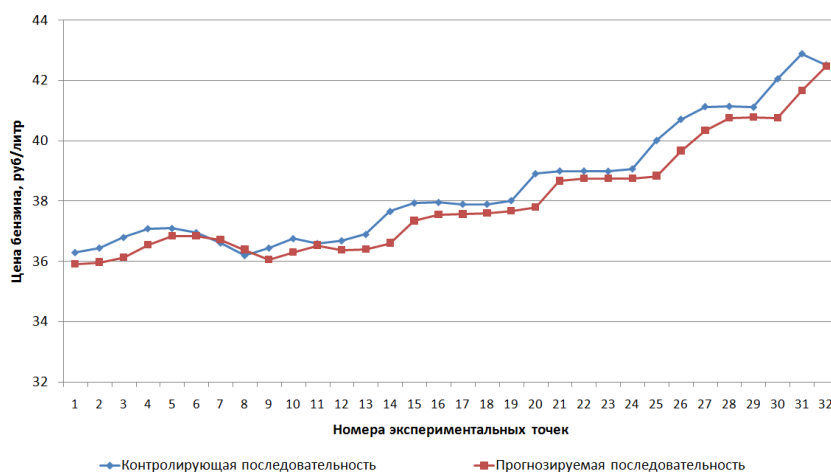


Рисунок 2 – Сравнение реальных значений с полученными

Проверка показывает, что ошибка в 29 случаях из 32 не отклоняется от математического ожидания по абсолютной величине больше чем на 3σ . Однако, по критерию Райта максимальная ошибка не превышает 4σ . Это дает основание считать модель авторегрессии 1-го порядка адекватной реальным данным.

Язык программирования C# создан корпорацией Microsoft в 2000 году. Он очень многое унаследовал от своих родителей (C++ и Java) [6]. Язык активно развивается. Регулярно выходят новые версии C#, которые добавляют новые синтаксические конструкции в язык, а также увеличивают его быстродействие и надежность. C# входит в первую пятерку самых популярных языков программирования на 2018 год. Компания Microsoft делает большой упор на развитие универсальности и кроссплатформенности для данного языка. Уже сейчас с его помощью можно разрабатывать практически любой тип приложений, так как он неплохо подходит как для начинающих программистов, так и для опытных специалистов.

Достоинствами C# являются: совершенствование языка программирования компанией Microsoft, множество синтаксических конструкций, средний порог вхождения и большое количество вакансий на должность C# программиста.

Недостатками C# являются: ориентированность, в основном, только на .NET (на Windows платформу) и бесплатность только для небольших компаний, учащихся или программистов-одиночек.

Приложение состоит из следующих форм:

1. «Прогнозирование цен на бензин АИ-92» (главная форма);
2. «Цена на бензин»;
3. «Сравнение значений»;
4. «Справка».

На главной форме (рисунок 3) расположена выборка из 100 значений стоимости бензина. Меню формы позволяет переходить на другие формы приложения.

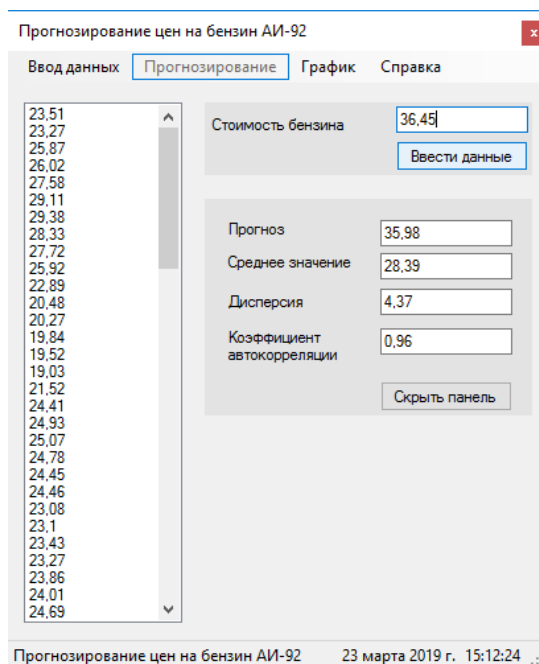


Рисунок 3 – Главная форма приложения

На форме «Цена на бензин» (рисунок 4) расположен график функции.

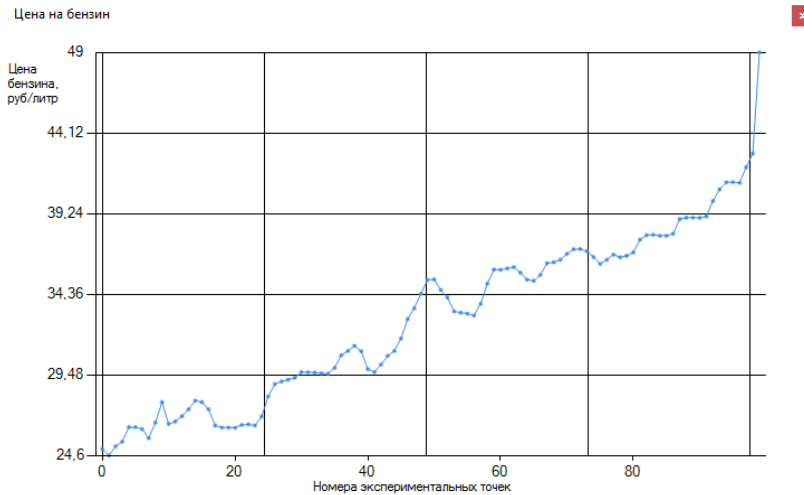


Рисунок 4 – Форма «Цена на бензин»

На форме «Сравнение цен на бензин» (рисунок 5) расположен график реальных значений и спрогнозированных.

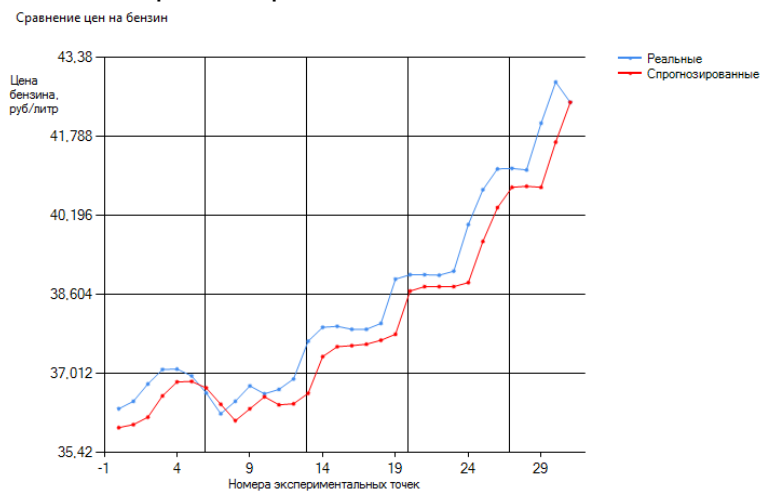


Рисунок 5 – Форма «Сравнение цен на бензин»

На форме «Справка» (рисунок 6) описана работа с данным приложением.

Справка

Данная программа предназначена для прогнозирования цен на бензин.

Работа с программой

В начале работы нажать на вкладку "Прогнозирование". Появится панель, на которой выводятся среднее значение, дисперсия, коэффициент автокорреляции и прогнозируемое значение. А также будет активна вкладка "Ввод данных". При нажатии на нее, появится панель, на которой можно ввести цену на бензин, для дальнейшей работы с приложением. При нажатии на вкладку "График", появится подменю, в котором можно выбрать какой график вывести. При нажатии на "График функции" появляется окно, в котором отображен график цен на бензин. При нажатии на "Сравнение значений" появляется окно, в котором отображен график реальных цен на бензин и спрогнозированных. При нажатии на вкладку "Справка" появляется окно, в котором описана работа с приложением.

Над программой работали:
Фам А.З. студент группы ИВТ-16-1
Сенотова С.А. доцент кафедры ВМК

Рисунок 6 – Форма «Справка»

В данной работе было разработано приложение для прогнозирования цен на бензин АИ-92. В процессе разработки были изучены экономические аспекты данной проблемы, проанализированы розничные цены на бензин с 2008 по 2018 год включительно. В ходе работы были решены задачи:

1. Проанализирована предметная область;
2. Изучен метод Бокса и Дженкинса;
3. Построена модель временного ряда;
4. Проверена модель на адекватность;
5. Спроектировано и разработано приложение на языке С# для прогнозирования цен на бензин.

Приложение может быть использовано в различных областях от биологии до социально-экономической сферы, где необходимо сделать прогноз по предыдущим и текущим значениям ряда.

В программе также реализована возможность перерасчета порядка процесса авторегрессии. В ходе повторной идентификации модели на каждом шаге было подтверждено, что данный процесс описывается моделью авторегрессии первого порядка. На каждом шаге прогноза получено значение, достаточно близкое к фактическому.

По этой модели можно получить прогноз на следующий месяц с помощью вновь поступающих данных о значениях стоимости бензина АИ-92.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ценообразование на рынке бензина в России [Электронный ресурс].-URL:<https://cyberleninka.ru/article/v/tsenoobrazovanie-na-rynke-benzina-v-rossii> (дата обращения: 10.03.2019).
2. Зависимость цен на бензин от различных факторов [Электронный ресурс].-URL: <https://e-koncept.ru/2017/770337.htm> (дата обращения: 10.03.2019)
3. Олейник Н.И. Факторы ценообразования на рынке бензина // Научное сообщество студентов XXI столетия. экономические науки: сб. ст. по мат. VI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6. [Электронный ресурс].-URL: <http://sibac.info/archive/economy/6.pdf> (дата обращения: 13.03.2019).
4. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление: Пер. с англ. // Под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974, кн. 1. – 406 с.
5. Розничные цены на бензин АИ-92 по Иркутской области [Электронный ресурс].-URL: <https://news.yandex.ru/quotes/11266/20001.html> (дата обращения: 10.03.2019).
6. Преимущества и недостатки С# [Электронный ресурс].-URL: <https://shwanoff.ru/plus-minus-c-sharp/> (дата обращения: 10.03.2019).