

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕН НА ДРЕВЕСИНУ И ПИЛОМАТЕРИАЛЫ

А.Ю. ЕРМАКОВА, старший преподаватель РЭА им. Г.В. Плеханова⁽¹⁾

a.alla1105@mail.ru

⁽¹⁾ ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»,
117997, г. Москва, Стремянный пер., 36

Исследуются методы прогнозирования экономических показателей и динамики их изменения. Предлагается способ построения прогнозной модели, предполагающий поиск аппроксимирующей функции на основе метода наименьших квадратов. Для реализации данного метода разработано соответствующее программное обеспечение, позволяющее строить указанные аппроксимирующие функции и их графики по значениям прогнозируемых характеристик за предыдущие временные интервалы. Предложенный метод применяется для построения прогнозных оценок динамики изменения цен на древесину и пиломатериалы.

Ключевые слова: прогнозная модель, прогнозируемые показатели, аппроксимирующая функция, метод наименьших квадратов, древесина, пиломатериалы.

В условиях расширяющегося экономического кризиса весьма актуальной является задача прогнозирования различного рода показателей, в первую очередь экономических, таких как, например, цены на энергоресурсы, курсы валют и драгоценных металлов, прогноз развития ВВП и аналогичных показателей. Прогноз цен на энергоресурсы особенно актуален в условиях, когда они являются основой формирования бюджетной политики государства. Однако актуальной является задача прогнозирования экономических показателей и в других областях хозяйственной деятельности, в частности, в лесозаготовках, производстве и торговле пиломатериалами. Необходимость в таких прогнозах возникает, например, при определении необходимого объема заготовок древесины и мощностей для их переработки и решения других важных аналогичных вопросов.

В настоящей статье излагаются результаты разработки прогнозной модели на основе построения аппроксимирующих функций. Ранее в работах [1–3] дан краткий обзор существующих решений, а указанный метод применялся к задаче прогнозирования валютных курсов и котировок драгоценных металлов. При построении указанных прогнозных моделей и поиске соответствующих аппроксимирующих функций применялся метод наименьших квадратов, реализованный в пакете прикладных программ «Wolfram Mathematica» [4], который, в свою очередь, имеет ряд ограничений в применении. С це-

лью преодоления возникающих ограничений и расширения возможности применения методов аппроксимации разработано программное обеспечение, реализующее алгоритм наименьших квадратов и имеющее значительно более широкий спектр возможностей, чем пакет «Wolfram Mathematica». В частности, значительно расширен перечень базовых функций, предусмотрена как ручная, так и автоматическая процедура перебора параметров при поиске аппроксимирующей функции, обеспечивающей наилучшее приближение на заданном временном интервале.

Описание методов аппроксимации

Метод наименьших квадратов ([5]) (далее – МНК) является одним из способов аппроксимации таблично заданной функции некоторым базисным набором функций, выбор которых основан на определенном критерии, позволяющем выявить особенности заданных входных значений. В качестве оценки качества приближения используется сумма квадратов отклонений аппроксимирующей функции от значений в узлах таблицы.

Формальная постановка задачи осуществляется следующим образом. Пусть на отрезке $[a, b]$ задана одномерная сетка

$$X_x = \{x_i / x_i = x_{i-1} + h_i, h_i > 0, \\ i = 1, 2, 3, \dots, n; x_0 = a, x_n = b\},$$

в узлах x_i которой заданы значения $y_i = f(x_i)$, $i = 0, 1, 2, \dots, n$ – соответствующие значения функции $f(x)$.

Пусть также для аппроксимации табличных данных выбран некоторый класс функций $\Phi(x, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m)$, $m < n$, где $c_0, c_1, c_2, \dots, c_m$ – коэффициенты, выбор значений которых позволяет определить конкретную функцию из выбранного класса. Требуется найти значения коэффициентов $c_0, c_1, c_2, \dots, c_m$, для которых выполнено условие

$$\Phi(c_0, c_1, c_2, \dots, c_m) = \sum_{i=0}^n (y_i - \Phi(x_i, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m))^2 \rightarrow \min. \quad (1)$$

Критерий (1), на основании которого осуществляется выбор значений коэффициентов $c_0, c_1, c_2, \dots, c_m$, является основой МНК. Выбранные в соответствии с этим критерием значения коэффициентов позволяют определить конкретную функцию, наиболее согласованную с табличными (экспериментальными) данными или, иначе говоря, обеспечивающую наилучшее среднеквадратическое приближение.

Функция $\Phi(x, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m)$ называется моделью, а искомые коэффициенты $c_0, c_1, c_2, \dots, c_m$ – параметрами модели. В дальнейшем ограничимся рассмотрением случая, когда модель линейно зависит от параметров и ее можно представить в виде

$$\Phi(x, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m) = c_0 \varphi_0(x) + c_1 \varphi_1(x) + c_2 \varphi_2(x) + \dots + c_m \varphi_m(x). \quad (2)$$

Модель вида (2) часто называют обобщенным полиномом. Здесь $\varphi_0(x), \varphi_1(x), \dots$,

$\varphi_m(x)$ – множество так называемых базисных функций. Базисные функции могут быть как линейными, так и нелинейными функциями переменной x . Независимо от этого модель (2) остается линейной, поскольку она линейно зависит от параметров модели $c_0, c_1, \dots, c_m$.

В качестве базисных функций могут быть выбраны, например, степенные функции $\varphi_0(x) = 1, \varphi_1(x) = x, \varphi_2(x) = x^2, \dots, \varphi_m(x) = x^m$.

Тогда модель будет представлять собой полином степени m

$$\Phi(x, c_0, c_1, c_2, \dots, c_m) = c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots + c_m x^m. \quad (3)$$

Очевидно, что в качестве базисных функций могут быть использованы и другие функции, необходимо лишь, чтобы они были линейно независимыми.

Таким образом, для линейной модели (2) требуется найти значения параметров $c_0, c_1, \dots, c_m$, обеспечивающих выполнение условия (1).

С математической точки зрения поставленная задача является задачей поиска минимума функции нескольких переменных, ее минимум можно искать, исходя из необходимых условий экстремума для функций нескольких переменных.

Запишем эти условия в виде системы линейных уравнений и преобразуем ее к виду

$$\begin{cases} c_0 \sum_{i=0}^n \varphi_0^2(x_i) + c_1 \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_1(x_i) + c_2 \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_2(x_i) + \dots + c_m \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_m(x_i) = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_0(x_i), \\ c_0 \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_0(x_i) + c_1 \sum_{i=0}^n \varphi_1^2(x_i) + c_2 \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_2(x_i) + \dots + c_m \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_m(x_i) = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_1(x_i), \\ c_0 \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_0(x_i) + c_1 \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_1(x_i) + c_2 \sum_{i=0}^n \varphi_2^2(x_i) + \dots + c_m \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_m(x_i) = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_2(x_i), \\ \dots \\ c_0 \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_0(x_i) + c_1 \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_1(x_i) + c_2 \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_2(x_i) + \dots + c_m \sum_{i=0}^n \varphi_m^2(x_i) = \sum_{i=0}^n y_i \varphi_m(x_i). \end{cases} \quad (4)$$

Матрица системы линейных уравнений (4) носит название матрицы Грамма и имеет вид

$$G = \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^n \varphi_0^2(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_1(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_2(x_i) & \dots & \sum_{i=0}^n \varphi_0(x_i) \varphi_m(x_i) \\ \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_0(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_1^2(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_2(x_i) & \dots & \sum_{i=0}^n \varphi_1(x_i) \varphi_m(x_i) \\ \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_0(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_1(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_2^2(x_i) & \dots & \sum_{i=0}^n \varphi_2(x_i) \varphi_m(x_i) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_0(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_1(x_i) & \sum_{i=0}^n \varphi_m(x_i) \varphi_2(x_i) & \dots & \sum_{i=0}^n \varphi_m^2(x_i) \end{bmatrix}$$

Очевидно, что матрица Γ симметричная. Можно показать, что она положительно определена. Определитель матрицы Γ отличен от нуля в силу линейной независимости базисных функций $\varphi_0(x)$, $\varphi_1(x)$, ..., $\varphi_m(x)$. Следовательно, система (4) имеет единственное решение, которое может быть найдено любым из известных методов решения такого вида систем. В результате решения системы (4) будут найдены значения модельных параметров ($c_0, c_1, \dots, c_m$) и определена наилучшая в указанном выше смысле модель $\Phi(x, c_0, c_1, \dots, c_m)$.

Описание разработанной программы.

Ввод исходных данных в программу осуществляется посредством таблично заданных значений в формате Excel следующего вида (табл. 1).

В табл. 1 первый столбец – значения величин x_i , второй столбец – значения величин y_i .

Интерфейс программы

Работа с программой начинается с нажатия кнопки «Чтение таблицы» и выбора необходимого файла с исходными данными. В случае успешного чтения первая таблица заполняется данными из Excel файла. Если при попытке чтения произошла ошибка либо файл был пустой, появляется сообщение «Ошибка чтения из файла».

После успешной загрузки файла становятся доступны остальные функции программы. Кнопка «МНК1» запускает алгоритм поиска многочлена аппроксимирующей функции методом наименьших квадратов с базисными функциями x^i . Степень многочлена можно менять в поле «Степень». При этом в первой таблице в четвертом столбце $f(x_i)$ появятся значения аппроксимирующей функции в заданных точках, будет построен график и посчитано среднеквадратическое отклонение по узлам таблично заданной функции. Коэффициенты при соответствующих слагаемых многочлена выводятся во вторую таблицу. При изменении степени многочлен пересчитывается автоматически и все изменения отображаются на графике и в таблицах.

Кнопка «МНК2» без пометки «Авто» запускает алгоритм поиска аппроксимирующей

функции методом наименьших квадратов с базисными функциями, выбранными в третьей таблице (количество, порядок, комбинация и дополнительные параметры выбираются любыми, но в случае линейной зависимости программа выдаст ошибку). После успешного выполнения алгоритма результат выводится аналогично, но коэффициенты во второй таблице уже соответствуют коэффициентам базисных функций в самой аппроксимирующей функции.

Если при нажатии кнопки «МНК2» стоит пометка «Авто», то набор базисных

Т а б л и ц а 1

Формат исходных данных
The format of the original data

	А	В
1	1	0,841471
2	2	0,909297
3	3	0,14112
4	4	-0,7568
5	5	-0,95892
6	6	-0,27942
7	7	0,656987
8	8	0,989358
9	9	0,412118
10	10	-0,54402
11	11	-0,99999
12	12	-0,53657
13	13	0,420167
14	14	0,990607
15	15	0,650288
16	16	-0,2879
17	17	-0,9614
18	18	-0,75099
19	19	0,149877
20	20	0,912945

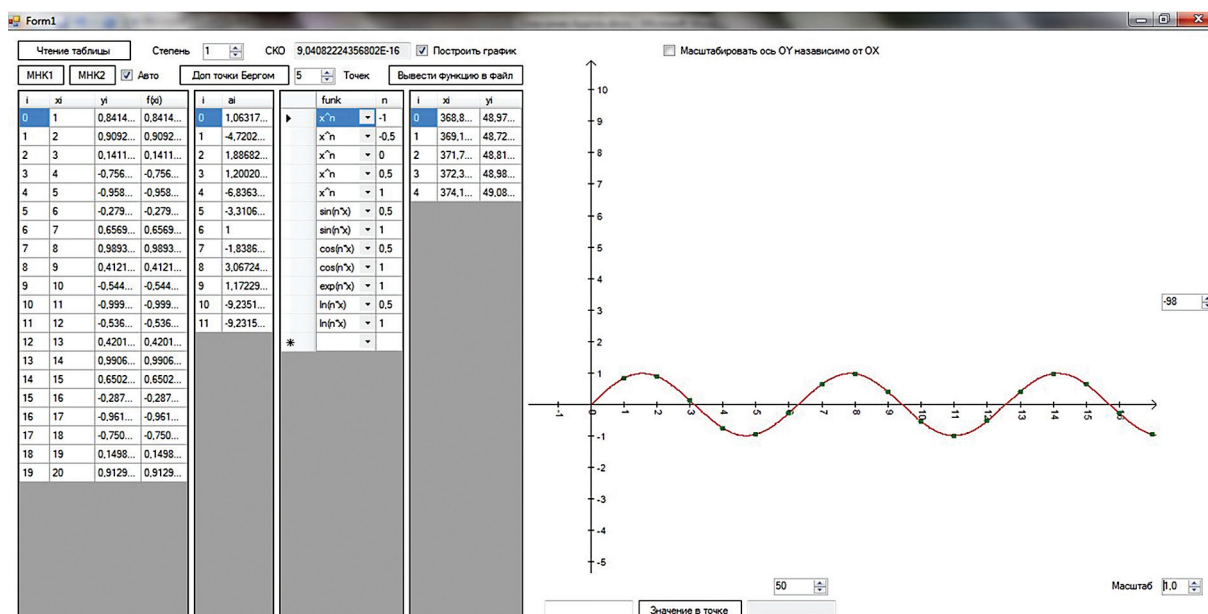


Рис. 1. Интерфейс программы
Fig. 1. The program interface

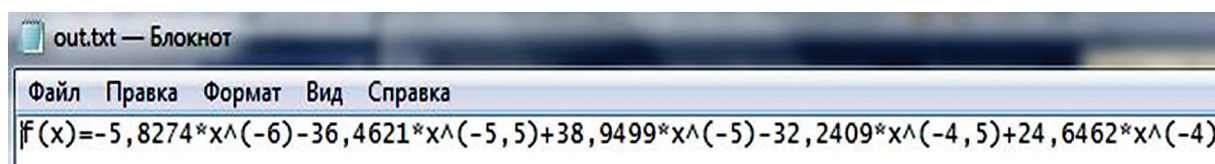


Рис. 2. Вид аппроксимирующей функции
Fig. 2. Type of approximating function

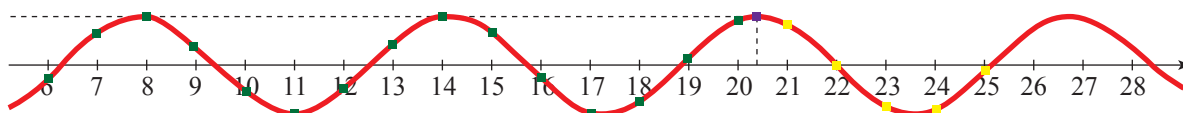


Рис. 3. График аппроксимирующей функции
Fig. 3. Schedule approximating function

функций и параметров для них определяется автоматически, путем перебора используемых различных комбинаций базисных функций и параметров. Сложность рассматриваемых комбинаций регулируется значением в поле «Степень». Критерием для выбора оптимальной конфигурации служит минимальное среднеквадратическое отклонение в узлах таблично заданной функции среди рассмотренных вариантов. Вывод результатов аналогичен режиму без автоматического подбора базисных функций, разница заключается в том, что оптимальный набор базисных функций появится в третьей таблице автоматически.

Для вывода аппроксимирующей функции предусмотрена кнопка «Вывести функцию в файл», с помощью которой найденная функция выводится в указанный файл (рис. 2) для возможного последующего использования в математических приложениях.

Программа предусматривает возможность построения графиков аппроксимирующих функций, которые демонстрируют характер ее изменения. Пример построения графика приведен на рис. 3. При вычислении заданного прогнозного значения оно указывается на графике аппроксимирующей функции.

Динамика цен на бревна и пиломатериалы хвойных и лиственных пород

Dynamics of prices for logs and sawn softwood and hardwood

Дата	Цена на бревна хвойных пород, \$/м ³	Цена на бревна лиственных пород, \$/м ³	Цена на пиломатериалы хвойных пород, \$/м ³	Цена на пиломатериалы лиственных пород, \$/м ³
03.2012	147	357	260,65	886,5
04.2012	128	353,5	295,41	896,37
05.2012	148,87	367	300,32	892,15
06.2012	145,65	362	292,12	862,85
07.2012	134,35	357,2	295,21	857,91
08.2012	141,41	354,7	291,35	856,65
09.2012	175,5	353,53	299,63	878,25
10.2012	152,15	350,2	289,07	873,35
11.2012	166,1	353	284,11	870
12.2012	149,3	354,8	276,5	879,95
01.2013	152,62	334,12	275,6	870,6
02.2013	152,62	319,7	275,6	842,87
03.2013	164,07	313,78	280,65	822
04.2013	160,55	304,52	300,72	834,37
05.2013	168,92	294,77	321,82	833,2
06.2013	174,8	306	323,47	844,61
07.2013	150,6	298,77	318,81	827,7
08.2013	165,6	304,4	299,74	845,05
09.2013	159,25	300,11	303,41	865,13
10.2013	165,9	304,32	291,47	876,97
11.2013	183,62	297,35	296,7	878,25
12.2013	172,54	287,35	324,87	892,83
01.2014	165,97	286,6	299,99	897,77
02.2014	189,97	291,85	295,57	902,19
03.2014	179,2	290,9	322,87	905,75
04.2014	165,5	290,32	308,41	912,5
05.2014	177,88	292	317,95	918,05
06.2014	165,6	291,72	311,35	921,35
07.2014	178,3	292,7	316,32	930,6
08.2014	157,7	289,17	312,5	910,32
09.2014	166,24	277,55	296,17	889
10.2014	193,35	275,65	297,67	875,77
11.2014	167,32	256,13	302,74	859,9
12.2014	170,1	249,4	305,75	852,17
01.2015	170,1	249,4	315,35	826,7
02.2015	170,1	249,4	315,35	835,2
03.2015	169,5	249,5	315,35	816,6
04.2015	168,96	249,41	305,25	814,23
05.2015	159,31	246,5	293,23	842,46
06.2015	149,14	240,57	295,61	847,75
07.2015	153,68	241,27	307,46	848,07
08.2015	152,75	241,75	311,62	849,97
09.2015	172,89	247,78	312,01	836,74
10.2015	159,37	248,08	328,96	835,81
11.2015	151,07	242,9	319,42	828,62
12.2015	151,07	244,62	319,42	816,85

Прогноз цены на бревна и пиломатериалы хвойных пород

The forecast prices for logs and sawn softwood

Дата	Цена на бревна хвойных пород, \$/м³	Относительная ошибка, %	Цена на пиломатериалы хвойных пород, \$/м³	Относительная ошибка, %
01.2015	171,60	0,8	313,93	0,4
02.2015	169,10	0,5	307,52	2,4
03.2015	166,95	1,5	302,96	3,9
04.2015	166,70	1,3	304,46	0,25
05.2015	166,80	4,4	310,60	5,0
06.2015	163,20	8,0	309,70	4,7
07.2015	162,20	5,5	315,00	2,0
08.2015	162,20	4,1	309,00	0,8
09.2015	159,14	7,8	303,10	2,8
10.2015	157,30	1,5	307,50	6,0
11.2015	156,50	2,2	313,54	1,8
12.2015	154,80	2,4	314,48	1,5

Прогноз изменения цен на древесину и пиломатериалы

Рассмотрим работу предложенного метода на примере построения прогнозной модели динамики изменения цен на древесину и пиломатериалы. Как отмечалось выше, необходимость в таких прогнозах возникает, например, при определении необходимого объема заготовок древесины и мощностей для их переработки и решения других важных аналогичных вопросов.

В табл. 2 приведены обобщенные данные динамики мировых цен на бревна и пиломатериалы хвойных и лиственных пород определяемые в долларах за кубический метр (\$/м³). Данные соответствуют ежегодным обзорам [6] цен мирового рынка на бревна и пиломатериалы хвойных и лиственных пород.

На рис. 4–7 приведен явный вид и графическое представление аппроксимирующих функций $F_i(x)$, $i=1, 2, 3, 4$, построенных описанным выше методом по данным табл. 2 и определяющих соответствующие прогнозные модели.

Прогноз цены на бревна хвойных пород

Прогнозная функция $F_1(x)$ (рис. 4) динамики изменения цен на бревна хвойных пород, построенная по данным табл. 2, имеет вид

$$F_1(x) = 124,1057 + 71,68/x^2 + 3,2844x - 0,0549x^2 - 1,8051\sin[x].$$

На представленном графике по оси ОХ за нулевое значение принят январь 2012 г., точками отмечены данные за прошлый период, последняя точка соответствует декабрю 2014 г. По оси ОУ приведены значения цены на бревна

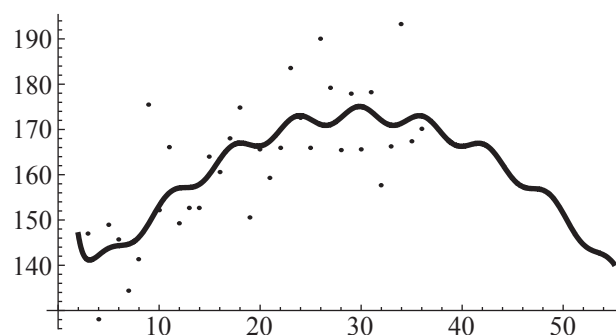


Рис. 4. График функции $F_1(x)$
Fig. 4. The graph of the function $F_1(x)$

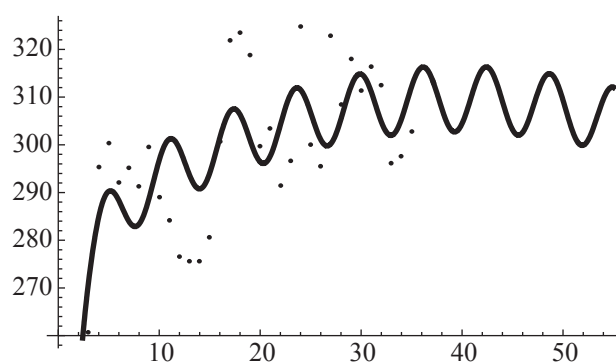


Рис. 5. График функции $F_2(x)$
Fig. 5. The graph of the function $F_2(x)$

Прогноз цены на бревна лиственных пород на период с января по декабрь 2016 г.
The forecast prices for hardwood logs for the period from January to December 2016

Дата	Цена на бревна лиственных пород, \$/м³
01.2016	256,40
02.2016	257,77
03.2016	259,63
04.2016	260,57
05.2016	260,09
06.2016	259,11
07.2016	259,13
08.2016	260,83
09.2016	263,46
10.2016	265,54
11.2016	266,18
12.2016	265,96

Прогноз цены на пиломатериалы лиственных пород на период с января по июнь 2016 год
The forecast prices for sawn hardwood in the period from January to June 2016

Дата	Цена на пиломатериалы лиственных пород (\$/м³)
01.2016	808,19
02.2016	796,41
03.2016	788,14
04.2016	785,17
05.2016	784,18
06.2016	779,82

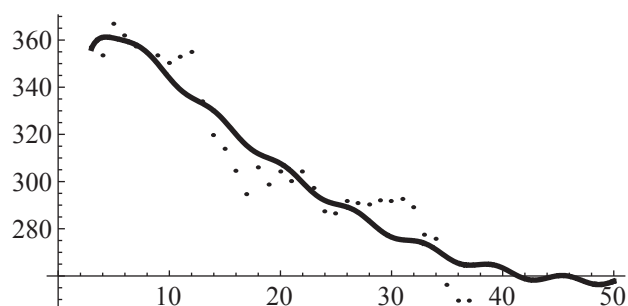


Рис. 6. График функции $F_3(x)$
 Fig. 6. The graph of the function $F_3(x)$

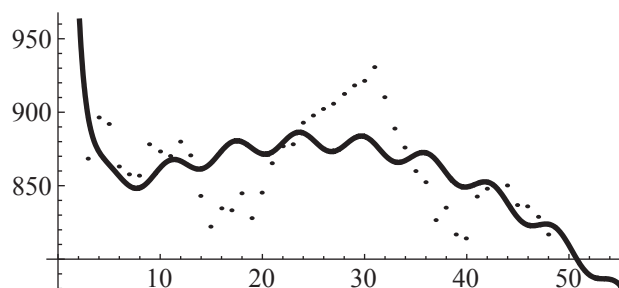


Рис. 7. График функции $F_4(x)$
 Fig. 7. Graph of the function $F_4(x)$

хвойных пород в долларах за 1 м³ (\$/м³), за нулевое значение принята величина 130 (\$/м³).

Прогноз цены на пиломатериалы хвойных пород

Прогнозная функция $F_2(x)$ (рис. 5) динамики изменения цен на пиломатериалы

хвойных пород, построенная по данным табл. 2, имеет вид

$$F_2(x) = 281,9937 - 123,4368/x^2 + 1,411x - 0,0179x^2 - 6,8885\sin[x].$$

На представленном графике по оси ОХ за нулевое значение принят март 2012 г., точками отмечены данные за прошлый пери-

од, последняя точка соответствует декабрю 2014 г. По оси ОУ приведены значения цены на пиломатериалы хвойных пород, за нулевое значение принята величина 260 (\$/м³).

С целью проверки точности прогнозирования, в табл. 3 представлены прогнозные значения цены на бревна и пиломатериалы хвойных пород на период с января по декабрь 2015 г. и относительные ошибки (в %) прогнозирования рассматриваемого метода.

Как следует из данных табл. 3, в первом случае среднее значение относительной ошибки прогнозирования рассматриваемого метода составляет 3,3 %, а во втором случае – 2,4 %.

Далее, пользуясь обобщенными данными табл. 2, построим прогноз изменения динамики цен на бревна лиственных пород на период с января по декабрь 2016 г. и пиломатериалы этих пород на период с января по июнь 2016 г.

Прогноз цены на бревна лиственных пород

Прогнозная функция $F_3(x)$ (рис. 6) динамики изменения цен на бревна лиственных пород, построенная по данным табл. 2, имеет вид

$$F_3(x) = 399,9111 - 239,6520/x^2 - 5,8778x + 0,0609x^2 + 1,6970\sin[x].$$

На представленном графике по оси ОХ за нулевое значение принят март 2012 г., точками отмечены данные за прошлый период, последняя точка соответствует декабрю 2014 г. По оси ОУ приведены данные цены на пиломатериалы хвойных пород, за нулевое значение принята величина 260 (\$/м³).

В табл. 4 представлены прогнозные значения цены на бревна лиственных пород на период с января по декабрь 2016 г.

Прогноз цены на пиломатериалы лиственных пород

Прогнозная функция $F_4(x)$ (рис. 7) динамики изменения цен на пиломатериалы лиственных пород, построенная по данным табл. 2, имеет вид

$$F_4(x) = 799,2373 + 836,2173/x^2 + 6,2365x - 0,2119x^2 - 6,1066\sin[x].$$

На представленном графике по оси ОХ за нулевое значение принят март 2012 г., точками отмечены данные за прошлый период, последняя точка соответствует декабрю 2015 г. По оси ОУ приведены данные цены на пиломатериалы хвойных пород, за нулевое значение принята величина 800 (\$/м³).

В табл. 5 представлены прогнозные значения цены на пиломатериалы лиственных пород на период с января по июнь 2016 г.

Заключение

В настоящей статье продолжены начатые в работах [1–3] исследования методов разработки прогнозных моделей динамики изменения экономических показателей на основе построения аппроксимирующих функций. Разработано программное обеспечение, позволяющее строить указанные функции как в ручном, так и в автоматическом режиме. В качестве примера применения данного метода рассмотрена задача построения прогнозных оценок динамики изменения мировых цен на древесину, в частности, цены на бревна и пиломатериалы хвойных и лиственных пород. Приведены экспериментальные результаты оценки точности прогнозирования рассматриваемого метода, относительные ошибки прогнозирования в рассмотренных случаях не превосходили значения 4 %.

Библиографический список

1. Ермакова, А.Ю. Оценка качества прогнозирования динамики изменения валютных курсов на основе построения аппроксимирующих функций / А.Ю. Ермакова // Качество. Инновации. Образование. – 2013. – № 2 (93). – С. 71–79.
2. Ермакова, А.Ю. Исследование качества прогнозирования биржевых курсов драгоценных металлов / А.Ю. Ермакова // Качество. Инновации. Образование. – 2014. – № 1 (104). – С. 49–56.
3. Ермакова, А.Ю. Построение прогнозных моделей динамики изменения экономических показателей / А.Ю. Ермакова // Актуальные проблемы социально-экономических исследований. – Материалы III Международной конференции. – М., 2013. – С. 66–71.
4. Васильев, А.Н. Mathematica / А.Н. Васильев. – «Корона век». – СПб. – 2008. – 447 с.
5. Рыбников, К.К. Введение в дискретную математику и теорию решения экстремальных задач на конечных множествах / К.К. Рыбников. – М.: Гелиос АРВ, 2010. – 317 с.
6. Цены мирового рынка на древесину. Лиственные и хвойные породы. Режим доступа: <http://www.lesonline.ru>, свободный (дата обращения 28.03.2016)

**CONSTRUCTION PREDICTIVE MODELS OF THE DYNAMICS OF CHANGES
THE PRICE OF TIMBER AND LUMBER**

Ermakova A.Y., senior lecturer, Plekhanov Russian University of Economics⁽¹⁾

a.alla1105@mail.ru

⁽¹⁾Plekhanov Russian University of Economics, Stremyanny lane, 36, Moscow, 117997, Russia

The article deals with methods of forecasting economic indicators and their dynamics. We propose a method of constructing a predictive model, involving finding the approximation function based on the method of least squares. For implementation of this method the appropriate software is developed, allowing to build the specified approximating functions and their graphs the predicted values of the characteristics for the previous time intervals. The proposed method is applied to construct the forecast estimates dynamics of changing prices for wood and lumber. In article results of research of methods of forecasting of economic indicators and dynamics of their changes. We propose a method of constructing a predictive model involving the search of approximating function on the basis of the method of least squares. The construction of the approximating function is carried out using the developed software. The proposed method is applied to build predictive assessments of the change dynamics of prices for timber and lumber.

Keywords: predictive model, projections, approximation function, least squares method, wood, lumber.

References

1. Ermakova A.Yu. *Otsenka kachestva prognozirovaniya dinamiki izmeneniya valyutnykh kursov na osnove postroeniya approksimirovuyushchikh funktsiy* [Evaluation of the quality of forecasting the dynamics of changes in exchange rates on the basis of approximating functions], *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2013, № 2 (93), pp. 71-79.
2. Ermakova A.Yu. *Issledovanie kachestva prognozirovaniya birzhevnykh kursov dragotsennykh metallov* [Study of the quality of forecasting exchange rates of precious metals], *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie* [Quality. Innovation. Education], 2014, № 1 (104), pp. 49-56.
3. Ermakova A.Yu. *Postroenie prognoznnykh modeley dinamiki izmeneniya ekonomicheskikh pokazateley* [Building predictive models of the dynamics of changes in economic indicators]. Aktual'nye problemy sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniy. Materialy III Mezhdunarodnoy konferentsii [Topical problems of socio-economic Research Materials. III of the International konferentsii], Moskva, 2013, pp. 66-71.
4. Vasil'ev A.N. *Mathematika* [Mathematics], SPb: Korona vek Publ., 2008, 447 p.
5. Rybnikov K.K. *Vvedenie v diskretnuyu matematiku i teoriyu resheniya ekstremal'nykh zadach na konechnykh mnozhestvakh* [Introduction to discrete mathematics and theory for solving extremal problems for finite sets], Moscow: Gelios ARV, 2010, 317 p.
6. *Tseny mirovogo rynka na drevesinu. Listvennye i khvoynye porody* [World market prices for timber. Non-coniferous], Access: <http://www.lesonline.ru> free (date accessed 28.03.2016)