



УДК 004.942

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРУДОУСТРОЙСТВА
НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МНОГОФАКТОРНЫХ РЕШЕНИЙ**

**А. И. Красников,
А. С. Степанов**

*Магистранты,
Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет, Березниковский филиал,
г. Пермь, Россия*

**PREDICTING EMPLOYMENT ON THE BASIS
OF MATHEMATICAL MULTIFACTOR SOLUTIONS**

**A. I. Krasnikov,
A. S. Stepanov**

*Undergraduate students,
Perm National Research Polytechnic
University, Berezniki branch,
Perm, Russia*

Abstract. Actuality of research of dependency of number of applied workers in Russian Federation from different factors is justified. Choice of linear multy-factor model of dependency of number of applied workers from unemployment level and death rate at manufacture is justified. Tendecies of factors' development are determined and their predictions are made. Based on these predictions, estimations of number of applied workers are made, and relations between these estimations and changes of tendencies of factors' development are determined.

Keywords: employment; predicting; factors; unemployed; model; correlation.

Трудоустройство граждан является одной из главных задач для государства. Количество работающего населения положительно сказывается на экономике страны. В апреле 2011 число уволенных в России превысило число принятых на работу на 20 800 человек. В то же время в марте этого года разница составила 17 300 человек [1]. Правительство сконцентрировало свое внимание на проблематике занятости населения, как сообщил премьер-министр Д. А. Медведев 14.02.2011 [2].

Государство, для повышения занятости населения, использует активные и пассивные методы:

Пассивный метод – этот метод решения проблемы повышения уровня занятости может быть оправдана лишь при наличии высокой гибкости рабочей силы и рынка труда в целом, позитивных экономических перспектив, которые обеспе-

чивают достаточно широкие возможности самостоятельного трудоустройства.

Тактика активных действий, направленная на экономический подъем, предполагает влияние государства на рост деловой активности на основе повышения уровня занятости населения. В современный переходный период наиболее приемлемым вариантом политики занятости для России является активный [3].

Для моделирования социально-экономических систем традиционно применяются:

- Линейно-многофакторные модели (ЛММ), так как практически все социально-экономические показатели формируются под воздействием множества факторов, то и модель, прогнозирующая их, также должна учитывать это – то есть, быть многофакторной. Следовательно, от многофакторной прогнозной модели можно ожидать



большей точности, чем от однофакторной модели, поскольку она вскрывает особенности и моделирует экономическую реальность более подробно;

- Трендовые модели (ТМ), основная цель которых – создание экономической динамики и составление на их основе прогноза о развитии изучаемого процесса на предстоящий промежуток времени. Прогнозирование осуществляется на основе временного ряда экономических показателей, которое относится к одномерным методам прогнозирования, базирующимся на экстраполяции, т.е. на продлении на будущее тенденции, наблюдавшейся в прошлом;
- Многие модели временных рядов (МВР), и прежде всего это относится к различным моделям с ненаблюдаемыми компонентами, можно представить в так называемой форме пространства состояний;
- Авторегрессионные модели (АМ), их суть заключается в том, что прогнозирования экономического показателя зависит не от факторов, а от самого себя за прошлый период. Именно по-

иск этой зависимости позволяет строить довольно точные модели, по которым очень легко сделать прогноз [4; 4].

Прогнозирование по модели предполагает действия: выбор критерии и факторов, проверку корреляции, построение прогнозирующего ряда, проведение анализов и построение графиков.

Перейдем к выбору вида и построению модели трудоустройства граждан – количества принятых на работу людей (Y), данные о котором есть в открытом доступе на сайте «Прогноза» [6]. Из числа общедоступных годовых рядов выберем управляемые и неуправляемые факторы, оказывающие влияние на число принятых граждан, а именно: число безработных (X_1), смертность на производстве (X_2), влияние финансового кризиса (X_3). Выбор факторов не противоречит здравому смыслу, так как, например, число безработных отвечает за людей, которым нужна работа, смертность на производстве, открывает новые вакантные места [7], а финансовый повлиял на финансовое положение компаний, что повлекло за собой сокращения персонала. Эти данные можно увидеть в Таблице 1.

Таблица 1

Показатели критерия и факторов

Критерии и факторы/год	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Y	11645,0 тыс.	11924,0 тыс.	11380,0 тыс.	9378,1 тыс.	9486,8 тыс.	9810,8 тыс.
X_1	289,8 тыс.	269,4 тыс.	249,5 тыс.	224,6 тыс.	216,9 тыс.	199,4 тыс.
X_2	5500,4 тыс.	5466,5 тыс.	6632,3 тыс.	8793,7 тыс.	10446,8 тыс.	100570,9 тыс.
X_3	1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1

Традиционным является анализ предварительно выбранных факторов с точки зрения их взаимной корреляции.

Анализ факторов показал, что три выбранных фактора имеют высокую парную корреляцию с критериями $-0,9926$ у первого фактора и $0,9765$ у второго фактора,

а у третьего $-0,9604$, то есть они могут быть использованы в ЛММ.

Так же была проведена межфакторная корреляция. Значения корреляции между факторами X_1 и X_2 равна $-0,9611$, между факторами X_1 и X_3 равна $0,9836$, а между факторами X_2 и X_3 равна $-0,9175$.



Дополнительно к квадратичному отклонению проверим полученные модели методом постпрогноза [8], так как нас интересуют их прогнозные свойства. Для определения этих коэффициентов будем минимизировать квадратичное отклонение статистических данных от расчетных.

В результате получили коэффициенты линейной многофакторной модели $a_0 = 0,00409$, $a_1 = 0,07504$, $a_2 = 0,63731$. Квадратичная погрешность аппроксимации

трендовой модели $S = 1,53888$ (рис. 1). Что не исключает возможность ее использования для описания системы. Проверим также другие распространенные модели на применимость в данной системе. Авторегрессионные модели 1-го, 2-го и 3-го порядков вида. Дополнительно к квадратичному отклонению проверим полученные модели методом постпрогноза [8], так как нас интересуют их прогнозные свойства.



Рис. 1 – ЛММ

Таблица 2

Коэффициенты авторегрессионной модели

$Y(ti)=a_0+a_1Y(t_{i-1})$	$a_0= 0,02335; a_1=1,4429;$
$Y(ti) = a_0+ a_1Y(t_{i-1})+a_2Y(t_{i-2})$	$a_0=0,2314; a_1=0,43777; a_2=1,24929;$
$Y(ti)=a_0+a_1Y(t_{i-1})+a_2Y(t_{i-2})+a_3Y(t_{i-3})$	$a_0=0,24455; a_1=0,311166;$ $a_2=0,89007; a_3=0,53106.$

Таблица 3

Квадратичное отклонение. Коэффициенты АМ: $a_0=0,33231$, $a_1=0,765955$, $S=0,099132552$

Y расч	1	0,7991858	0,64537121	0,527556	0,437315	0,368194
$(Y'-Y)^2$	0,00050	0,006405	0,00931	0,00076	0,00109	0,00047

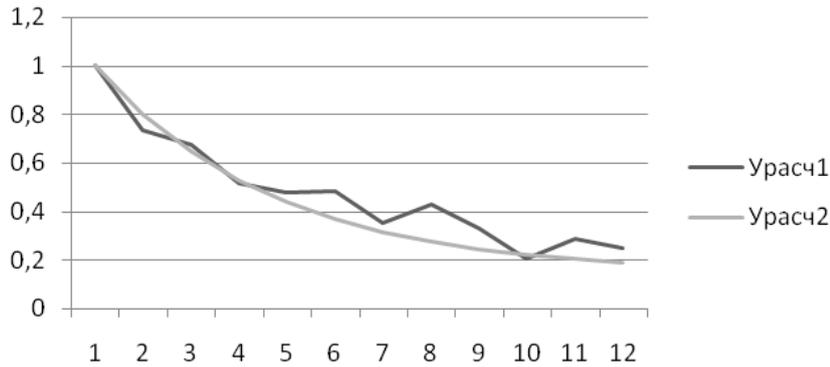


Рис. 2 – Авторегрессионная модель

Как видно из приведенного графика (Рис. 2) авторегрессионная модель хуже аппроксимирует, чем ЛММ. Из этого следует, что лучше использовать модель ЛММ.

Для проверки возможности прогнозирования применим широко распростра-

ненный метод постпрогноза, заключающийся в расчете реакции системы по модели при известных рядах факторов на протяжении нескольких последних лет. Как показано в работе, увеличение интервала постпрогноза позволяет определить также горизонт прогнозирования.

Таблица 4

Постпрогноз по линейной модели на три года
($a_0=0,9722$, $a_1=-0,32861$, $a_2=0,4493$)

0,95	2014	2015	2016
Y'	0	0,28806	0,49616
X'	1	0,82261	0,90029
X''	0,88	0,85489	0,96667

Таблица 5

Постпрогноз по линейной модели на три года
($a_0=0,9722$, $a_1=-0,32861$, $a_2=0,4493$)

1,05	2014	2015	2016
Y'	0	0,29286	0,50443
X'	1,01667	0,83632	0,91529
X''	0,88	0,88388	1,03333

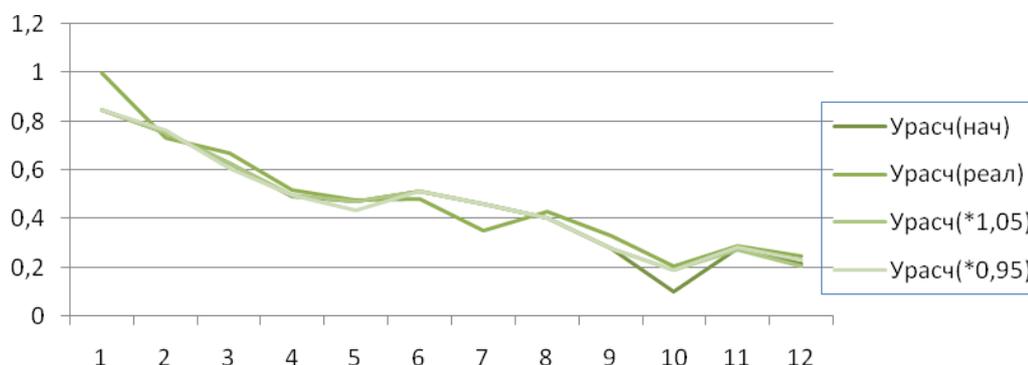


Рисунок 3 – Прогноз на 3 года

Изменяя на +5 % и -5 % тенденцию развития факторов получили прогнозы развития системы на 2 года вследствие решений ЛПР (

Рисунок 3).

Наилучшим результатом изменения является $X_2+5\%$, что приводит к значению критерия 0,4493. Он на 1,25 % лучше, чем в наихудшем варианте развития системы без управления.

Конечно, ЛММ не всегда подходит для конкретных примеров, а авторегрессионная может прекрасно подойти для прогнозирования социальных процессов. Но надо принимать во внимание, что их использование не всегда дает верный результат прогнозирования.

Библиографический список

1. Лига. Бизнес. Число уволенных в России превысило число принятых на работу. URL: <http://biz.liga.net/karera/all/novosti/2045265-chislo-uvolennykh-v-rossii-prevysilo-chislo-prinyatykh-na-rabotu.htm>
2. Совещание по вопросам занятости населения. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/10331>
3. Формы государственного регулирования занятости населения. URL: http://studopedia.ru/2_15117_formi-gosudarstvennogo-regulirovaniya-zanyatosti-naseleniya.html
4. Затонский А. В. Выбор вида модели для прогнозирования развития экономических си-

стем // Новый университет. Серия: Технические науки. 2012. – № 1 (7). – С. 37–41

5. Затонский А. В., Сиротина Н. А. Прогнозирование экономических систем по модели на основе регрессионного дифференциального уравнения // Экономика и математические методы. – 2014. – Т. 50. – № 1. – С. 91–99.
6. «Prognoz» – системы бизнес аналитики. URL: <http://www.prognoz.ru/>
7. Аварийность, травматизм и смертность на производстве. URL: <http://open.gov.ru/blogs/3721/>
8. Метод постпрогноза. URL: http://studopedia.net/13_25224_osnovnie-printsipi-i-metodi-razrabotki-prognozov.html

Библиографический список

1. Liga. Biznes. Chislo uvolennykh v Rossii prevysilo chislo prinyatykh na rabotu. URL: <http://biz.liga.net/karera/all/novosti/2045265-chislo-uvolennykh-v-rossii-prevysilo-chislo-prinyatykh-na-rabotu.htm>
2. Soveshchanie povoprosam zanyatosti naseleniya. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/10331>
3. Formy gosudarstvennogo regulirovaniya zanyatosti naseleniya. URL: http://studopedia.ru/2_15117_formi-gosudarstvennogo-regulirovaniya-zanyatosti-naseleniya.html
4. Zatonskiy A. V. Vyibor vida modeli dlya prognozirovaniya razvitiya ekonomicheskikh sistem // Novyy universitet. Seriya: Tehnicheskie nauki. 2012. – № 1 (7). – S. 37–41.
5. Zatonskiy A. V., Sirotina N. A. Prognozirovaniye ekonomicheskikh sistem po modeli na osnove regressiionnogo differentsialnogo uravneniya //



- Ekonomika i matematicheskie metodyi. – 2014. – T. 50. – № 1. – S. 91–99.
6. «Prognoz» – sistemyi biznes analitiki. URL: <http://www.prognoz.ru/>
7. Avariynost, travmatizm i smertnost na proizvodstve. URL: <http://open.gov.ru/blogs/3721/>
8. Metod postprognosa. URL: http://studopedia.net/13_25224_osnovnie-principi-i-metodi-razrabotki-prognozov.html

© Красников А. И., Степанов А. С., 2016