

Управление в социально-экономических системах

УДК 311.4
ББК 65.05

DOI: 10.14529/ctcr150408

О ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДОМ СОБСТВЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

В.В. Мокеев, В.С. Пьянкова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Рассматривается задача прогнозирования развития предприятий. Для решения задачи предлагается использовать метод собственных состояний. При вычислении коэффициентов собственных состояний предлагается использовать либо ковариационную матрицу, либо матрицу начальных вторых моментов. Построения модели предприятия выполняется с использованием тех собственных состояний, которые либо удовлетворяют условиям эффективного развития предприятия либо наиболее полно описывают основные тенденции развития предприятия. Алгоритм прогнозирования представляет итерационную процедуру вычисления главных компонент собственных состояний. Исследование эффективности алгоритма прогнозирования выполняется на примере прогнозирования деятельности нефтегазовой компании. Для оценки точности представленного алгоритма прогнозирования используется процедура кросс-валидации. Значение погрешности прогнозирования, полученной с помощью итерационного алгоритма прогнозирования, сравнивается с величиной погрешности прогнозирования, полученной регрессионным анализом.

Ключевые слова: предприятие, алгоритм прогнозирования, главные компоненты, собственные состояния.

Введение

Предприятие как самостоятельный хозяйствующий субъект и основное звено экономики в процессе производственной деятельности подвергается влиянию различных факторов, последствия которых могут быть непредсказуемыми и представлять опасность для возможностей предприятия. Прогнозы позволяют оценить состояние реализации хода бизнес-процессов, определить направления научно-технического развития и обосновать альтернативы развития предприятия [1]. Несмотря на то, что анализ выполняется для данных за прошедший период, полученные оценки позволяют делать прогнозы о том, как будет вести себя предприятие в будущем. Когда прогнозы оказываются неудачными, то это может быть следствием влияния неучтенных в модели факторов. Увеличение числа факторов может являться средством повышением точности и качества прогноза, что очень важно, так как от своевременности поступления прогнозов и их качества зависит правильность принимаемых управленческих решений. Поэтому актуальной является проблема создания методов прогнозирования, базирующихся на обработке большого числа факторов, что позволит существенно повысить эффективность прогнозирования.

На сегодняшний день существует огромное количество методов прогнозирования, среди которых можно выделить экспертные методы, методы нормативного прогнозирования, экономико-математические методы. В основе большинства методов прогнозирования лежит экстраполяция данных, которая базируется на выявлении тенденций развития предприятия и их использовании для прогноза. Наибольший интерес представляют экономико-статистические модели, которые используются для установления количественной характеристики связи экономических показателей. Экономико-статистические модели включают: одно-, многофакторные и эконометрические модели. Однофакторные и многофакторные модели позволяют одновременно учитывать воздей-

ствие одного или нескольких факторов на уровень прогнозируемого показателя. Эконометрические модели чаще всего представляют систему регрессионных уравнений.

Основы метода главных компонент излагаются в работах [2–4]. В экономическом анализе метод главных компонент используется в исследованиях коинтеграции и сходимости пространства [5, 6], экономической свободы [7], больших данных [8], структурных уравнений [9], построения рейтинга университетов [10], анализа эффективности управления инвестиционными ресурсами [11]. Вместе с множественной регрессией метод главных компонент применяется для прогнозирования энергопотребления [12], анализа финансовой состоятельности предприятий [13], прогнозирования объемов продаж [14]. Однако чаще всего применение метода главных компонент ограничивается снижением размерности данных. Метод собственных состояний является модификацией метода главных компонент и применяется для построения моделей, с помощью которых выполняется анализ социально-экономических систем [15–20]. При его использовании состояние социально-экономической системы в любой момент времени может быть представлено взвешенной комбинацией собственных состояний. Каждое собственное состояние представляет однофакторную модель, характеризующую некоторый процесс или тенденцию развития социально-экономической системы. В рамках этой модели показатели социально-экономической системы изменяются пропорционально весовым коэффициентам собственного состояния и их значения зависят от одного фактора. Теоретический базис метода собственных состояний излагается в работах [4, 15].

Метод собственных состояний используется при анализе таких сложных систем, как компания (предприятие), город, регион. В работе [15] приведен успешный опыт использования метода собственных состояний для оценки эффективности работы энергосбытовых предприятий. Получены коэффициенты эффективности филиалов, а также показаны источники их неэффективной деятельности. В работе [16] метод собственных состояний используется для анализа эффективности бизнес-процессов компаний при эффективном использовании ресурсов предприятия в зависимости от целевых установок и параметров производственной деятельности. В работе [17] метод собственных состояний используется для исследования региона с точки зрения его инвестиционной привлекательности, а в работе [18] предлагается методика оценки устойчивого развития регионов РФ, апробация которой на тестируемой группе регионов позволила определить их параметры приближенности к траектории устойчивого развития. Эффективность процессов развития города исследуется в работе [19]. Анализ базируется на построении «совершенного образа» процессов. Для выделения состояний, которые соответствуют «совершенному образу» поведения, предлагается использовать метод собственных состояний.

Целью настоящего исследования является разработка моделей предприятия для прогнозирования развития предприятия. Для решения этой задачи используется метод собственных состояний, позволяющий построить прогнозную модель. Эффективность метода демонстрируется на примере прогнозирования развития нефтегазовой компании.

1. Алгоритм прогнозирования методом собственных состояний

Алгоритм прогнозирования развития предприятия включает в себя формирование модели, которая использует небольшое число собственных состояний наиболее характерных для данной системы.

Пусть состояние предприятия описывается набором показателей x_{ki}^0 , где i – номер показателя ($i = 1, 2, 3, \dots, n$), k – номер наблюдения, для которого описывается состояние предприятия ($k = 1, 2, 3, \dots, m$), n – количество показателей, m – количество наблюдений. Значения каждого показателя для различных состояний предприятия образуют вектор $x_i = \{x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}\}^T$.

Построение моделей с помощью метода собственных состояний включает вычисление весовых коэффициентов собственных состояний и матрицы главных компонент собственных состояний. Для вычисления весовых коэффициентов собственных состояний вычисляются собственные векторы ковариационной матрицы (данные центрируются) либо матрицы начальных вторых моментов. В случае если собственные векторы определяются по ковариационной матрице, то полученные собственные состояния описывают отклонение показателей от их среднеарифметических значений:

$$\bar{x}_i = \sum_{k=1}^m x_{ik}. \quad (1)$$

Если собственные векторы вычисляются по матрице начальных вторых моментов, то выделенные собственные векторы описывают отклонения показателей от их нулевых значений.

Пусть модель предприятия формируется из p ($p \ll n$) собственных состояний, тогда показатели предприятия, описываемые моделью, вычисляются по формуле

$$x_{ki} = \bar{x}_i + \sum_{h=1}^p v_{hi} z_{kh}. \quad (2)$$

Здесь v_{hi} – весовые коэффициенты собственных состояний, z_{kh} – значение главных компонент собственных состояний, i – номер показателя, k – номер наблюдения, h – номер собственного состояния. Если для вычисления весовых коэффициентов собственных состояний используется ковариационная матрица, то \bar{x}_i определяется по формуле (1). Если весовые коэффициенты собственных состояний определяются с помощью матрицы вторых моментов, то $\bar{x}_i = 0$.

Модель предприятия представляет комбинацию собственных состояний, которые либо удовлетворяют условиям эффективного развития предприятия либо наиболее полно описывают основные тенденции развития предприятия. Наличие модели предприятия позволяет проводить сценарное прогнозирование, при котором по заданным значениям сценарных показателей и модели предприятия рассчитывается значения всех остальных показателей предприятия.

Согласно формуле (2), n показателей предприятий зависят от p независимых факторов. В работе [1] описывается алгоритм прогнозирования, в котором p независимых факторов определяются по известным значениям p показателей предприятия. Набор из p показателей называется сценарием. Прогнозирование заключается в задании сценария в виде изменения s показателей предприятия и вычисление по этим сценарным показателям значений главных компонент собственных состояний.

В работе [4] предлагается два алгоритма прогнозирования: жесткий и мягкий. В работе используется мягкий алгоритм прогнозирования, поэтому число сценарных показателей может быть не равно числу главных компонент [4].

Формируется учебная выборка, которая используется для вычисления матрицы весовых коэффициентов собственных состояний и их главных компонент. Для построения модели выбираются собственные состояния, которые соответствуют целям моделирования.

Процедура прогнозирования включает три шага. На первом шаге вычисляется первое приближение главных компонент собственных состояний

$$z_{kh}^0 = \sum_{i=1}^s v_{hi} (x_{ki}^{sc} - \bar{x}_i). \quad (3)$$

Подставляя полученные значения главных компонент в формулу (2), вычисляется нулевое приближение набора показателей x_{ki}^0 . Далее устанавливаем $i=0$ и выполняем следующие шаги.

На втором шаге главные компоненты уточняются по формуле

$$z_{kh}^{i+1} = \sum_{i=1}^n v_{hi} (x_{ki}^i - \bar{x}_i). \quad (4)$$

Полученные значения главных компонент используются для уточнения значений показателей предприятия

$$x_{ki}^{i+1} = \bar{x}_i + \sum_{h=1}^p v_{hi} z_{kh}^{i+1}. \quad (5)$$

На третьем шаге определяется сходимость процесса

$$\varepsilon_i^{i+1} = \|x_{ki}^{i+1} - x_{ki}^i\| / \|x_{ki}^{i+1}\|. \quad (6)$$

Если для любых i выполняется условие $\varepsilon_i^{i+1} < \varepsilon_{\text{доп}}$, то итерационный процесс прекращается. В противном случае второй и третий шаги повторяются.

2. Исследование точности прогнозирования на примере нефтегазовой компании

Нефтегазовый комплекс нашей страны взаимосвязан с различными отраслями экономики и его влияние сказывается на многих сферах хозяйства. Сейчас развитие нефтегазовых предприятий сдерживает физическое и моральное старение производственных мощностей, существующая система налогов, особенности корпоративного управления и сложная макроэкономическая ситуация в стране. В таких условиях обеспечение устойчивого финансового развития нефтяных компаний является основой реализации стратегии устойчивого развития для российской экономики в целом, а прогнозирование – одним из решающих факторов ее формирования, т. к. без финансового планирования предприятие не может рассчитывать на процветание.

Среди всех результатов деятельности предприятия наибольшее значение для предприятия представляют такие показатели как выручка и прибыль. Для построения модели прогнозирования необходимо определить прогнозируемые показатели (зависимые переменные): выручка, прибыль от продаж, валовая прибыль и чистая прибыль, так как эти показатели определяют результаты работы предприятия и его место в бизнесе. В качестве сценарных показателей используются показатели, описывающие производственную и финансовую деятельность предприятия (объем добычи нефти, величина собственного капитала и т. п.).

Прогнозируется развитие нефтяной компании Татнефть, которая является одной из крупнейших российских нефтяных компаний. Данные о деятельности компании взяты с сайта ПАО «Татнефть» [20]. Для описания развития предприятия были выбраны 24 показателя за 8 лет (с 2006 по 2013 г.). Все показатели можно разбить на три группы: финансовые, производственные, социально-экологические.

В группу финансовых показателей входят: общий объем инвестиций, основные средства, незавершенное строительство, долгосрочные финансовые вложения, внеоборотные активы, оборотные активы, запасы, собственный капитал, долгосрочные обязательства, краткосрочные обязательства, выручка от продажи, себестоимость проданных товаров, продукции, работ, услуг, валовая прибыль, коммерческие расходы, прибыль от продаж, чистая прибыль. Группу производственных показателей составляют: добыча нефти, объем запасов нефти, объем товарной продукции, поставка нефти, поставка газопродуктов. Группу социально-экологических показателей представляют следующие показатели: средства на охрану труда, среднесписочная численность сотрудников, валовой выброс в атмосферу вредных веществ, текущие затраты по охране природы.

При построении модели все переменные делятся на зависимые и независимые. К группе зависимых переменных относятся: выручка от продажи, валовая прибыль, прибыль от продаж, чистая прибыль. Все остальные показатели относятся к группе независимых (сценарных) переменных.

Для исследования точности прогнозирования используется процедура кросс-валидации, усредняющая точность прогнозирования, полученных при различном делении данных на учебные и тестовые наборы. Эксперименты проводятся для учебных наборов, содержащих 7 наблюдений, которые выбираются случайно. Все оставшиеся наблюдения составляют тестовую выборку. Таким образом, учебные наборы состоят из 7 наблюдений, а тестовые наборы – из 1 наблюдения. Не существует перекрытия между тестовым и учебным наборами. Для повышения качества оценки выполняются десять различных делений исходного набора данных на учебные и тестовые наборы, а полученные в ходе экспериментов погрешности прогнозирования усредняются.

Для каждого учебного набора вычисляется матрица начальных вторых моментов, которая используется для определения весовых коэффициентов собственных состояний. Строятся модели деятельности предприятия, состоящие из различного числа собственных состояний. Исследования показывают, что наименьшие погрешности прогнозирования соответствуют модели, состоящей из первого собственного состояния.

В табл. 1 представлены погрешности прогнозирования показателей, полученные с помощью однофакторной модели, состоящей из первого собственного состояния.

Погрешность прогнозирования методом собственных состояний сравнивается с результатом, полученным линейным регрессионным анализом. Зависимыми переменными являются: выручка от продажи, валовая прибыль, прибыль от продаж, чистая прибыль.

В связи с тем, что число наблюдений гораздо меньше числа независимых переменных, построение модели классическим регрессионным анализом невозможно. Однако, используя метод главных компонент, можно сократить число независимых переменных, применяя в их качестве

главные компоненты. Так как число наблюдений равно восьми, число независимых факторов не может быть больше двух.

Таблица 1

Погрешности прогнозирования: метод собственных состояний, %

Номер испытания	Выручка от продаж	Валовая прибыль	Прибыль от продаж	Чистая прибыль
1	12,77	24,93	12,30	0,36
2	5,94	0,19	12,15	13,73
3	8,40	8,87	3,24	8,63
4	0,18	9,71	14,91	19,87
5	2,53	7,90	6,37	27,61
6	4,38	4,71	6,53	3,18
7	2,60	9,24	3,13	8,91
8	0,93	0,81	11,48	4,85
Среднее	4,72	8,30	8,76	10,89

Исследования показывают, что погрешности прогнозирования однофакторных регрессионных моделей меньше чем погрешностей двухфакторных моделей. Точность прогнозирования однофакторных регрессионных моделей оценивается с использованием процедуры кросс-валидации. В табл. 2 представлены погрешности прогнозирования показателей, полученные с помощью однофакторной регрессионной модели.

Таблица 2

Погрешности прогнозирования: регрессионный анализ (%)

Номер испытания	Выручка от продаж	Валовая прибыль	Прибыль от продаж	Чистая прибыль
1	7,16	15,38	18,02	3,07
2	1,07	12,59	15,38	16,17
3	7,49	9,53	13,58	22,03
4	6,88	5,68	7,57	12,91
5	11,55	17,66	15,41	38,27
6	1,53	0,75	5,94	3,58
7	6,15	11,68	9,56	16,69
8	5,60	1,00	4,20	4,97
Среднее	5,93	9,28	11,21	14,71

Сравнение погрешности прогнозирования моделей, полученных методом собственных состояний и регрессионным анализом, показывает, что модели, построенные методом собственных состояний, дают более высокую точность прогнозирования, чем модели, построенные с использованием линейного регрессионного анализа.

Выводы

Рассмотрена задача прогнозирования деятельности предприятия методом собственных состояний. Предложен алгоритм прогнозирования, который использует модель деятельности предприятия, построенную с помощью метода собственных состояний. Эффективность предложенного алгоритма демонстрируется на примере прогнозирования деятельности нефтегазового предприятия. Для оценки точности алгоритма используется процедура кросс-валидации. Полученные результаты сравниваются с оценкой точности прогнозирования, полученной с использованием линейного регрессионного анализа.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-01-00054).

Литература

1. Новиков, Д.А. Активный прогноз / Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: Институт проблем управления РАН, 2002. – 101 с.
2. Jolliffe, I.T. *Principal Component Analysis* / I.T. Jolliffe. – Heidelberg and New York: Springer, 2002. – 487 с.
3. Flury, B. *Common Principal Components and Related Multivariate Methods* / B. Flury. – New York: John Wiley and Sons, 1988. – 523 с.
4. Мокеев, В.В. Метод главных компонент и метод собственных состояний в задачах анализа и прогнозирования / В.В. Мокеев. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2014. – 144 с.
5. Harris, D. *Principal Component Analysis of Cointegrated Time Series* / D. Harris // *Econometric Theory*. – 1997. – Vol. 13. – P. 529–557.
6. Drakos, K. *Common Factor in Eurocurrency Rates: A Dynamic Analysis* / K. Drakos // *Journal of Economic Integration* – 2002. – Vol. 17. – P. 164–184.
7. Caudill, S.B. *Is Economic Freedom One Dimension? A Factor Analysis of Some Common Measures of Economic Freedom* / S.B. Caudill, F.C. Zanella, F.G. Mixon // *Journal of Economic Development*. – 2000. – Vol. 25. – P. 17–40.
8. Bai, J. *Inferential Theory for Factor Models of Large Dimensions* / J. Bai // *Econometrica*. – 2003. – Vol. 71. – P. 135–171.
9. Choi, I. *Structural Changes and Seemingly Unidentified Structural Equations* / I. Choi // *Econometric Theory*. – 2002. – Vol. 18. – P. 744–775.
10. Webster, T.J. *A Principal Component Analysis of the U.S. News & World Report Tier Rankings of Colleges and Universities* / T.J. Webster // *Economics of Education Review*. – 2001. – Vol. 20. – P. 235–244.
11. Мокеев, В.В. Анализ главных компонент как средство повышения эффективности управленческих решений в предпринимательских структурах / В.В. Мокеев, В.Г. Плужников // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*. – 2011. – Вып. 20, № 41 (258). – С. 149–154.
12. Мокеев, В.В. Технология принятия управленческих решений в предпринимательских структурах на основе регрессионных моделей / В.В. Мокеев, К.Л. Соломахо // *Управление инвестициями*. – 2011. – № 4. – С. 26–33.
13. Глухих, И.Ю. Разработка моделей экспресс анализа финансовой состоятельности организаций на базе методов многомерного регрессионного анализа / И.Ю. Глухих // *Управленческое консультирование*. – 2011. – № 3. – С. 185–195.
14. Мокеев, В.В. Решение проблемы собственных значений в задачах многофакторного анализа экономических систем / В.В. Мокеев // *Экономика и математические методы*. – 2010. – № 4. – С. 82–90.
15. Mokeev, V.V. *On enterprise performance evaluation based on the method of eigenstates* / V.V. Mokeev // *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*. – 2014. – Vol. 48, no 5. – P. 235–245.
16. Шикина, С.А. К вопросу об анализе параметров бизнес процессов производства методом собственных состояний на примере промышленного предприятия / С.А. Шикина, В.Г. Плужников // *Управление экономическими системами*. – 2014. – № 10 (70). – С. 56–64.
17. Буслаева, О.С. Использование метода собственных состояний для оценки инвестиционной привлекательности региона / О.С. Буслаева // *Проблемы современной экономики*. – 2014. – № 3. – С. 6–24.
18. Карпушкина, А.В. Устойчивое развитие региона: теоретические и методические аспекты / А.В. Карпушкина, С.В. Воронина // *Управление экономическими системами (электронный журнал)*. – 2014. – № 10. – С. 9–16.
19. Mokeyev, V.V. *Analysis of Socio-Economic System Processes Performance with the Help of Eigenstate Models* / V.V. Mokeyev, D.A. Vorobiev // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование»*. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 66–75.
20. Отчетность по РСБУ компании Татнефть. – <http://www.tatneft.ru/aktioneram-investoram/otchetnost-po-rsbu/?lang=ru> (дата обращения: 15 сентября 2015).

Мокеев Владимир Викторович, д-р техн. наук, заведующий кафедрой информационных систем, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; mokeyev@mail.ru.

Пьянкова Виктория Сергеевна, магистрант кафедры информационных систем, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; pyankova1847@yandex.ru.

Поступила в редакцию 21 сентября 2015 г.

DOI: 10.14529/ctcr150408

ON BUILDING THE MODELS OF ENTERPRISE ACTIVITIES BY EIGENSTATE METHOD

V.V. Mokeev, mokeyev@mail.ru,

V.S. P'yankova, pyankova1847@yandex.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

In article the problem of forecasting of enterprises development is considered. For the solution of problem the eigenstate method is offered to use. At calculation of coefficients of eigenstates either covariance matrix or matrix of the initial second moments is offered to use. Building of enterprise model is carried out with use of those eigenstates which either satisfy conditions of effective enterprise development or most fully describe the main tendencies of enterprise development. The algorithm of forecasting represents iterative procedure of calculation of principal component of eigenstates. Research of efficiency of iterative algorithm is carried out on the example of forecasting of activity of the oil and gas company. Estimate of accuracy of the presented iterative algorithm is implemented by cross-validation procedure. Value of forecasting error received by means of iterative algorithm is compared with forecasting error value of the regression analysis.

Keywords: enterprise, forecasting algorithm, principal component, eigenstates.

References

1. Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. *Aktivnyy prognoz* [Active Forecast]. Moscow, Management Problem Institute RAN, 2002. 101 p.
2. Jolliffe I.T. *Principal Component Analysis*. Heidelberg and New York, Springer, 2002. 487 p.
3. Flury B. *Common Principal Components and Related Multivariate Methods*. New York, John Wiley and Sons, 1988. 532 p.
4. Mokeev V.V. *Metod glavnykh komponent i metod sobstvennykh sostoyaniy v zadachakh analiza i prognozirovaniya* [The Principal Component and a Method of their Own Conditions for the Analysis and Prediction]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2014. 144 p.
5. Harris D., *Principal Component Analysis of Cointegrated Time Series. Econometric Theory*, 1997, vol. 13, pp. 529–557. DOI: 10.1017/S0266466600005995
6. Drakos K. *Common Factor in Eurocurrency Rates: A Dynamic Analysis. Journal of Economic Integration*, 2002, vol. 17, pp. 164–184. DOI: 10.11130/jei.2002.17.1.164
7. Caudill S.B., Zanella F.C., Mixon F.G. *Is Economic Freedom One Dimension? A Factor Analysis of Some Common Measures of Economic Freedom. Journal of Economic Development*, 2000, vol. 25, pp. 17–40.
8. Bai J. *Inferential Theory for Factor Models of Large Dimensions. Econometrica*, 2003, vol. 71, pp. 135–171. DOI: 10.1111/1468-0262.00392
9. Choi I. *Structural Changes and Seemingly Unidentified Structural Equations. Econometric Theory*, 2002, vol. 18, pp. 744–775. DOI: 10.1017/S0266466602183095
10. Webster T.J. *A Principal Component Analysis of the U.S. News & World Report Tier Rankings*

of Colleges and Universities. *Economics of Education Review*, 2001, vol. 20, pp. 235–244. DOI: 10.1016/S0272-7757(99)00066-7

11. Mokeev V.V., Pluzhnikov V.G. [Principal Component Analysis as a Means to Improve the Efficiency of Administrative Decisions in Enterprise Structures]. *Bulletin of the South Ural State University "Economics and Management"*, 2011, iss. 20, no. 41 (258), pp. 149–154 (in Russ.)

12. Mokeev V.V., Solomaho K.L. [Technology Management Decision-Making in the Enterprise Structures on the Basis of Regression Models]. *Investment Management*, 2011, no. 4, pp. 26–33 (in Russ.)

13. Gluhih I.Ju. [Development of Models of Rapid Analysis of the Financial Viability of the Organizations on The Basis of Multivariate Regression Analysis]. *Management Consulting*, 2011, no. 3, pp. 185–195 (in Russ.)

14. Mokeev V.V. [Solving the Problem of Eigenvalues in Problems of Multivariate Analysis of Economic Systems]. *Economics and Mathematical Methods*, 2010, no 4, pp. 82–90 (in Russ.)

15. Mokeev V.V. On Enterprise Performance Evaluation Based on the Method of Eigenstates. *Automatic Documentation and Mathematical Linguistics*, 2014, vol. 48, no 5, pp. 235–245. DOI: 10.3103/S0005105514050021

16. Shikina S.A., Pluzhnikov V.G. [To the Question about the Analysis Parameters of Business Processes of the Production Method of the Native States on the Example of an Industrial Enterprise]. *Management of Economic Systems*, 2014, no 10 (70), pp. 56–64. (in Russ.)

17. Buslaeva O.S. [The Use of Eigenstate Method for Assessing the Investment Attractiveness of the Region]. *Problems of Modern Economics*, 2014, no. 3, pp. 6–24.

18. Karpushkina A.V., Voronina S.V. [Sustainable Development of the Region: Theoretical and Methodological Aspects]. *Management of Economic Systems*, 2014, no10, pp. 9–16. (in Russ.)

19. Mokeyev V.V., Vorobiev D.A. Analysis of Socio-Economic System Processes Performance with the Help of Eigenstate Models. *Bulletin of the South Ural State University, Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software*, 2015, vol. 8, no. 1, pp. 47–56.

20. Reporting by RSBU (Russian Accounting Standards) of company Tatneft. Available at: <http://www.tatneft.ru/aktsioneram-i-investoram/otchetnost-po-rsbu/?lang=en> (accessed 15 September 2015).

Received 21 September 2015

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Мокеев, В.В. О построении моделей прогнозирования деятельности предприятия методом собственных состояний / В.В. Мокеев, В.С. Пьянкова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 73–80. DOI: 10.14529/ctcr150408

FOR CITATION

Mokeev V.V., P'yankova V.S. About Creation of the Models of Enterprise Activities by Eigenstate Method. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2015, vol. 15, no. 4, pp. 73–80. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr150408