

УДК 681.5(575.2)

**МАТРИЧНАЯ МОДЕЛЬ И ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ СФЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ КЫРГЫЗСТАНА****Бийбосунув Б.И., Курманбек уулу Т., Юсупов К.М.***Кыргызский государственный университет им. И. Арабаева, Бишкек, e-mail: bbolotbek@mail.ru*

В работе ставятся задачи по оптимизации количественного и качественного состава системы государственной кадровой службы Кыргызской Республики. Рассмотрены вопросы применения теории и методов математического моделирования и информационных технологий к задачам повышения эффективности организации и управления государственной службы в КР. Разработана матричная модель для количественного анализа государственных служащих в Кыргызстане, которая опирается на известную модель межотраслевого баланса затраты – выпуск. Применяются методы корреляционно-регрессионного анализа и сглаживания временных рядов для прогноза в сфере государственной службы страны. Построены линейные и нелинейные прогнозные модели для анализа и прогноза количественного состава государственных служащих. На основе прогнозных моделей повторно формулируется постановка и решение балансовой модели для государственной службы. Во второй части статьи на основе разработанных математических моделей проектируется и создается информационная система. Разработанная информационная система позволяет автоматизировать задачи, связанные с постановкой и решением вопросов оптимизации как количественного состава госслужащих, так и оптимизации заработной платы в сфере государственной службы. Данная автоматизированная информационная система прошла апробацию в системе государственной службы, в частности в Государственной кадровой службе Кыргызской Республики.

Ключевые слова: матричная модель, информационная система, балансовая модель, корреляционно-регрессионный анализ

**MATRIX MODEL AND INFORMATION SYSTEM FOR THE SPHERE
OF STATE SERVICE OF KYRGYZSTAN****Biybosunov B.I., Kurmanbek uulu T., Yusupov K.M.***Kyrgyz State University named after I. Arabaev, Bishkek, e-mail: bbolotbek@mail.ru*

The work sets the task of optimizing the quantitative and qualitative composition of the state personnel service system of the Kyrgyz Republic. The issues of the application of the theory and methods of mathematical modeling and information technology to the tasks of improving the efficiency of the organization and management of the public service in the Kyrgyz Republic are considered. A matrix model has been developed for the quantitative analysis of civil servants in Kyrgyzstan, which is based on the well-known model of intersectoral input-output balance. The methods of correlation and regression analysis and smoothing of time series are used for forecasting in the sphere of public service of the country. Linear and nonlinear forecast models are constructed for analyzing and forecasting the quantitative composition of government employees. Based on the forecast models, the formulation and solution of the balance model for the state-shock service is re-formulated. In the second part of the article, an information system is designed and created on the basis of the developed mathematical models. The developed information system allows you to automate the tasks associated with the formulation and resolution of issues of optimization of both the quantitative composition of civil servants and the optimization of wages in the public service. This automated information system has been tested in the civil service, in particular, in the State Personnel Service of the Kyrgyz Republic.

Keywords: matrix model, information system, balance model, correlation and regression analysis

Рассмотрим вопросы применения теории и методов математического моделирования к задачам повышения эффективности организации и управления государственной службы в Кыргызской Республике.

Данная работа состоит из двух частей. В первой рассматриваются вопросы количественного анализа и прогноза общей численности государственных служащих, и на этой основе разрабатывается вероятностная балансовая математическая модель в сфере госслужбы, а также строятся линейные и нелинейные прогнозные модели. Вторая часть исследования связана с разработкой информационной системы, которая нацелена на оптимизацию количественного состава государственной службы и соответствующей

заработной платы государственных служащих, с применением соответствующих математических моделей. Таким образом, ставится задача оптимизации количественного кадрового состава государственной службы и выбора оптимальной заработной платы для повышения эффективности работы госслужащих.

Как известно, одним из основных разделов экономико-математического моделирования является построение балансовых моделей для экономических явлений, процессов и объектов. Эти модели основаны на хорошо известном методе баланса, то есть методе взаимного сравнения и сопоставления имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов и их потреб-

ностей [1]. При описании экономической системы в целом модель баланса относится к системе уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между объемом продукции, производимой отдельными экономическими субъектами, и общим спросом на эту продукцию. Вместо понятия продукт введем более общее понятие – ресурс, и под балансовой моделью будем понимать систему уравнений, которая удовлетворяет требованиям соответствия между наличием определенного ресурса и его использованием.

Как мы знаем, балансовые модели строятся в виде числовых матриц, и в связи с этим их относят к тому типу моделей, которые называются матричными. В матричных моделях балансовый метод получает строгое математическое выражение. Несмотря на многообразие и специфику балансовых моделей, их объединяет не только общий формальный (матричный) принцип построения и единство системы расчетов, но и аналогичность ряда экономических характеристик. Рассмотрим наиболее распространенные задачи теории межотраслевого баланса (МОБ) и известные модели «затраты – выпуск» и применим их для задач количественного анализа и прогнозирования в сфере государственной службы [2].

Материалы и методы исследования

Если будем рассматривать государственную кадровую службу (далее ГКС) как отдельную систему, тогда можно применить те-

орию МОБ и построить балансовые модели, которые описывают состояние ГКС в стране.

Приведем сначала принципиальную схему МОБ (межотраслевой баланс) для ГКС и проведем следующие рассуждения и выкладки.

Пусть имеется n регионов (области и г. Бишкек) и количество государственных служащих (контингент ГКС). Пусть имеется m органов государственного управления и органов местного самоуправления (министерства, ведомства и их территориальные подразделения, областные и районные администрации, органы местного самоуправления (айыл окмоту, или сельские управы), можно добавить судебные органы, правоохранительные и т.д.). Пусть также задано количество уволенных из государственной службы или перешедших на другую работу. Тогда можно составить общереспубликанскую межведомственную и межрегиональную таблицу государственной службы (табл. 1).

В данной таблице в строках приведены семь областей и столица страны, в столбцах отражены министерства, ведомства и органы территориального и местного самоуправления. Понятно, что количество строк обусловлено существующим административно-территориальным делением. Понятно также, что количество столбцов балансовой таблицы можно варьировать в соответствии с имеющимися на сегодня органами государственного управления и существующим реестром государственных и муниципальных служащих.

Таблица 1

Межрегиональная и межведомственная таблица ГКС

Регион страны	Кол-во служащих (министерства)	Кол-во служащих (области)	Кол-во служащих (районы)	Кол-во служащих (айыл окмот)	Кол-во уволенных служащих
Бишкек Q_1	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	P_1
Чуйская область Q_2	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}	P_2
Ошская область Q_3	q_{31}	q_{32}	q_{33}	q_{34}	P_3
Джалалабадская область Q_4	q_{41}	q_{42}	q_{43}	q_{44}	P_4
Иссыккульская область Q_5	q_{51}	q_{52}	q_{53}	q_{54}	P_5
Таласская область Q_6	q_{61}	q_{62}	q_{63}	q_{64}	P_6
Нарынская область Q_7	q_{71}	q_{72}	q_{73}	q_{74}	P_7
Баткенская область Q_8	q_{81}	q_{82}	q_{83}	q_{84}	P_8

Здесь приняты следующие обозначения: $Q_1, Q_2 \dots Q_n$ – численность государственных служащих по регионам; $P_1, P_2, \dots P_n$ – количество уволенных госслужащих по регионам; q_{11} – численность госслужащих по региону 1 и министерству (ведомству) 1; q_{21} – численность госслужащих по региону 2 и министерству (ведомству) 1; в общем случае q_{ij} – численность госслужащих по i -му региону и j -му органу государственного управления. Для общего случая мы получим, следовательно n следующих уравнений:

$$\begin{aligned} Q_1 &= q_{11} + q_{12} + \dots + q_{1m} - P_1, \\ Q_2 &= q_{21} + q_{22} + \dots + q_{2m} - P_2, \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Q_n &= q_{n1} + q_{n2} + \dots + q_{nm} - P_n. \end{aligned} \quad (1)$$

Назовем систему уравнений (1) системой балансовых уравнений контингента государственных служащих. Данные уравнения указывают на то, что общее количество госслужащих по региону равно сумме госслужащих по всем органам управления за минусом уволенных с госслужбы. Теперь в нашу модель введем следующие коэффициенты:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{q_{11}}{Q_1}, a_{12} = \frac{q_{12}}{Q_1}, \dots, \\ a_{ij} &= \frac{q_{ij}}{Q_j} \quad (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}), \end{aligned} \quad (2)$$

которые выражают отношение числа госслужащих каждого органа управления к числу госслужащих соответствующего региона, т.е. мы получим уровень или коэффициент государственных служащих. Таким образом, наши коэффициенты a_{ij} как показатели уровня госслужащих по каждому органу управления и по каждому региону образуют следующую матрицу:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Используем теперь построенные соотношения (1), (2) и (3). Далее, применяя матричную форму записи

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

и вводя следующие обозначения:

$$\begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \dots \\ Q_n \end{bmatrix} = Q, \quad \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{bmatrix} = P, \quad (5)$$

получим матричное уравнение следующего вида:

$$Q - AQ = P. \quad (6)$$

Тогда из последнего уравнения имеем

$$(I - A)Q = P. \quad (7)$$

Проведем несложные преобразования, умножая на величину $(I - A)^{-1}$ обе части уравнения (7), и окончательно получим

$$Q = (I - A)^{-1} P. \quad (8)$$

Здесь I – единичная матрица, Q и P – векторы-столбцы.

Перейдем к построению балансовой модели вероятностного или прогнозного типа с применением методов сглаживания динамических или временных рядов и регрессионного анализа. Для решения поставленной задачи воспользуемся необходимыми статистическими данными по динамике численности госслужащих за последние 25 лет. Сведем эти данные в виде нижеследующей табл. 2.

По аналогии с табл. 1, здесь приняты следующие обозначения: q_{11} – численность госслужащих по региону 1 и министерству (ведомству) 1 по годам; q_{21} – численность госслужащих по региону 2 и министерству (ведомству) 1 по годам; в общем случае q_{ij} – численность госслужащих по i -му региону и j -му органу государственного управления по годам.

Приведенные данные позволяют перейти к прогнозным задачам, построению прогнозных моделей численности госслужащих с применением сглаживания временных рядов различными полиномами и разработкой линейных и нелинейных регрессионных моделей.

Анализ и сглаживание временных рядов

Располагая временными рядами по контингенту госслужащих, проанализируем путем сглаживания, как линейными, так и нелинейными методами. Далее получаем прогнозные модели, позволяющие создавать краткосрочные и среднесрочные прогнозы по численности госслужащих.

Таблица 2

Динамика численности государственных служащих

Годы	Кол-во служащих (министерства)	Кол-во служащих (области)	Кол-во служащих (районы)	Кол-во служащих (айыл окмот)	Кол-во уволенных служащих
1993	q_{11}	q_{12}	q_{13}	q_{14}	P_1
1994	q_{21}	q_{22}	q_{23}	q_{24}	P_2
1995	q_{31}	q_{32}	q_{33}	q_{34}	P_3
...
2017	q_{251}	q_{252}	q_{253}	q_{254}	P_{25}

Основными моделями для анализа и прогноза динамических рядов будут выступать следующие полиномиальные уравнения:

$$\begin{aligned}
 t &= a_0 + a_1 t, \\
 t &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2, \\
 &\dots \\
 t &= a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5. \quad (9)
 \end{aligned}$$

Здесь t – ряды численности государственных служащих, t – временной период, коэффициенты полинома a_i – вычисляются в ходе анализа. При прогнозе временных рядов применяются 3-, 5-, 7-, 9-, 11-точечные схемы сглаживания. Программная реализация анализа и прогноза динамических рядов осуществлена на встроенном в операционную систему и офисный пакет языка VBA.

Далее рассмотрены основные регрессионные модели, которые построены с применением известного метода наименьших квадратов. Предложены следующие линейные и нелинейные модели для прогноза численности ГКС: линейная модель, параболическая модель, гиперболическая модель, степенная регрессионная модель, логарифмическая модель и модель показательной регрессии.

Как и для полиномиального сглаживания, осуществлена компьютерная реализация и составлены программы на языке VBA [3].

После анализа динамических рядов численности государственных служащих методами полиномиального сглаживания и регрессионного анализа переходим к исходным балансовым уравнениям и балансовой модели. Во всех соотношениях (1)–(8), касающихся балансовых моделей, входные данные представляют собой прогнозные значения, полученные по всем моделям (9). В результате получим вероятностные ба-

лансовые модели или прогнозные балансовые модели вида

$$Q - AQ = p,$$

$$Q = (I - A)^{-1}p, \quad (10)$$

где все параметры нашей матричной модели представляют собой прогнозные значения на заданный период времени.

Построенные балансовые модели контингента государственных служащих дают следующие результаты.

Решение моделей (10) для Q позволяет получить решение следующим образом: во-первых, определить оптимальную и рациональную численность госслужащих по всем регионам и органам управления; во-вторых, решение моделей относительно p позволяет определить уровень текучести в госслужбе. Помимо этого, созданные модели и полученные решения позволяют разработать различные варианты количества государственных служащих по регионам и органам управления.

К достоинствам предложенных балансовых моделей, помимо простоты и эффективности, можно отнести следующее.

Во-первых, считая все параметры модели зависящими от времени t , получим линейные или нелинейные функции от времени, в результате переходим от стационарных моделей к динамическим линейным или нелинейным балансовым моделям.

Во-вторых, имеем простой переход к оптимизационным задачам. Для этого один из параметров балансовой модели вычленим и выбираем в качестве целевой функции (например, потребуем минимума уволенных госслужащих, т.е. минимизации текучести кадров), в этом случае сама балансовая матрица выступает в качестве условия ограничения, и в результате получим известную оптимизационную модель целочисленного программирования.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

На основе разработанных математических моделей, а также новой иерархии в системе государственной службы КР проектируется и создается информационная система (рис. 1). Основное назначение данной системы заключается в оптимизации как количественного состава госслужащих, так и оптимизации заработной платы в сфере государственной службы на основе новой сетки и системы грейдов. Подробно система грейдов в сфере оплаты труда изложена в работе [4]. В известных работах академика Д.А. Новикова приводятся современные системы не только оплаты труда, но модели и методы стимулирования труда [5, 6].

В нашей статье приведенные модели и информационная система опираются на современные системы оплаты труда. Как известно, создание эффективных систем стимулирования и оплаты труда является одной из центральных социально-экономических задач. Следует учитывать, что на уровень и принципы организации заработной платы государственных служащих влияют различные факторы. От-

метим следующие факторы: производственные факторы, социальные факторы, рыночные факторы и институциональные факторы.

На сегодняшний день насчитывается большое число различных систем оплаты труда. Наиболее распространенные формы, модели и системы оплаты труда приведены в работе [7].

Предлагаемая информационная система включает в себя следующие основные блоки (рис. 2):

- блок «Разработка и корректировка штатного расписания», который позволяет создавать, формировать, редактировать и удалять штатные расписания любых органов государственного управления в Кыргызской Республике;

- блок «Выборка и группировка показателей» позволяет проводить численные эксперименты по количественным показателям органов государственного управления;

- блок «Настройка тренда категорий» позволяет проводить вычислительные эксперименты, математическое моделирование системы оплаты труда в сфере госслужбы КР.

Таким образом, осуществлена компьютерная реализация поставленных задач.

ВАРИАНТ МОДЕЛИ СЕТКИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ НА ОСНОВЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ИЕРАРХИИ

					Аппараты Президента КР, Правительства КР, ЖК КР, Центральный аппарат Центральных и иных органов власти									
					Центральный аппарат Министерств и Госкомитетов, Подведомственный уровень Центральных и иных органов власти,									
					уровень Центральных и иных органов власти, Подведомственный уровень Министерств и Госкомитетов, Аппарат районных и областных госадминистраций									
					Районный и областной уровень Министерств и Госкомитетов, Подведомственный уровень Госагентств и Госслужб									
					Районный и областной уровень Госагентств и Госслужб									
Категория\Шаг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Высшая «А»	4,29	4,50	4,73	4,96	5,21	5,47	5,74	6,03	6,33	6,65	6,98	7,33	7,70	8,08
Высшая «Б»	3,30	3,46	3,64	3,82	4,01	4,21	4,42	4,64	4,87	5,12	5,37	5,64	5,92	6,22
Главная «А»	2,70	2,84	2,98	3,13	3,29	3,45	3,62	3,80	3,99	4,19	4,40	4,62	4,85	5,10
Главная «Б»	2,22	2,33	2,44	2,56	2,69	2,83	2,97	3,12	3,27	3,44	3,61	3,79	3,98	4,18
Старшая «А»	1,82	1,91	2,00	2,10	2,21	2,32	2,43	2,56	2,68	2,82	2,96	3,11	3,26	3,42
Старшая «Б»	1,49	1,56	1,64	1,72	1,81	1,90	1,99	2,09	2,20	2,31	2,42	2,55	2,67	2,81
Младшая «А»	1,22	1,28	1,35	1,41	1,48	1,56	1,63	1,72	1,80	1,89	1,99	2,09	2,19	2,30
Младшая «Б»	1,00	1,05	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,41	1,48	1,55	1,63	1,71	1,79	1,88

Рис. 1. Модель сетки заработной платы с многоуровневой иерархией



Рис. 2. Окно информационной системы (многоуровневая иерархия)

Заключение

В заключение отметим, что все поставленные в данной статье цели и задачи реализованы и решены. Предложены новые матричные модели для сферы государственной службы Кыргызстана. Составлены линейные и нелинейные прогнозные модели, которые можно также включать в матричные модели. Созданная информационная система позволяет проводить вычислительные эксперименты, численные расчеты и прогнозировать количественный состав государственных служащих. Спроектированная и разработанная автоматизированная информационная система была апробирована и прошла тестирование в Государственной службе КР.

Список литературы

1. Межотраслевой баланс – история и перспективы (доклады, статьи и материалы) // Международная научно-практическая конференция (г. Москва, 15 апреля 2010 г.). М.: ГУ «Институт макроэкономических исследований», 2011. 225 с.
2. Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т., Асанбекова Н.О. Автоматизация экономических расчетов в сфере государственной службы КР: материалы Международной научной конференции, посвященной 80-летию КазНТУ им. Сатпаева // Вестник КазНТУ им. Сатпаева. Алматы, 2014. С. 12–16.
3. Бийбосунов Б.И., Курманбек уулу Т. Информационная система для оптимизации в сфере государственной службы КР // Авторское свидетельство (патент) № 538. Кыргызпатент. Бишкек, 2018.
4. KPI (Key performance indicator) [Electronic resource]. URL: <http://www.piter-soft.ru/automation/more/glossary/process/KPI/> (date of access: 22.12.2018).
5. Новиков Д.А., Васильева О.Н., Засканов В.В., Иванов Д.Ю. Модели и методы материального стимулирования (теория и практика): монография. М.: ЛЕНАНД, 2007. 283 с.
6. Новиков Д.А., Заложнев Д.А. Модели систем оплаты труда: монография. М.: ПМСОФТ, 2009. 192 с.
7. Экономика труда: учебник / Под ред. проф. Ю.М. Коккина, проф. П.Э. Шлендера. М.: Магистр, 2010. 686 с.