

УДК 331:51-77

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОМПРОМИСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

^{1,2}Зайцева И.В., ³Казначеева О.Х., ¹Долгополова А.Ф., ⁴Резеньков Д.Н.

¹ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,
Ставрополь, e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru;

²Ставропольский филиал ФГБОУ ВО «Московский педагогический
государственный университет», Ставрополь;

³ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Невинномысск;

⁴Ставропольский филиал ФГКОУ ВО «Краснодарский университет
Министерства внутренних дел Российской Федерации», Ставрополь

На современном этапе основным направлением государственного стратегического развития является перевод экономики на инновационный путь развития, определяющим фактором и ресурсом которого является трудовой, и повышения качества его трудового потенциала. Возрастает значение изменений трудовых ресурсов в управлении региональным социально-экономическим комплексом. Решение задачи компромиссного распределения трудовых ресурсов является одной из основных в стратегии инновационного развития России. Решение задач распределения трудовых ресурсов определяет динамику и возможности развития основных и инновационных отраслей, диверсификацию структуры российской экономики и ее регионов. Оптимизация структуры рынка труда требует построения системы распределения трудовых ресурсов, которая обеспечит оптимальное управление трудовыми ресурсами в соответствии с требованиями региональной экономики. Одним из методов решения таких задач является разработка и исследование математических моделей компромиссного распределения трудовых ресурсов. Критериями оптимальности как для организаций, так и для трудовых ресурсов могут служить количественный или порядковый показатель, который выражает привлекательность организации и трудовых ресурсов. При этом распределение трудовых ресурсов по организациям необходимо будет проводить заново, учитывая измененные веса привлекательности. Таким образом, будет найдено компромиссное распределение трудовых ресурсов по организациям, при котором не найдется двух и более организаций, которые захотят поменяться своими трудовыми ресурсами.

Ключевые слова: математическая модель, трудовые ресурсы, распределение, компромисс

RESEARCH OF MATHEMATICAL MODEL THE COMPROMISE OF THE ALLOCATION OF LABOR RESOURCES

^{1,2}Zaytseva I.V., ³Kaznacheeva O.Kh., ¹Dolgopolova A.F., ⁴Rezenkov D.N.

¹Stavropol State Agrarian University, Stavropol, e-mail: irina.zaitseva.stv@yandex.ru;

²Stavropol branch of the Moscow State Pedagogical University, Stavropol;

³Nevinnomyssk State Humanitarian Institute, Nevinnomyssk;

⁴Stavropol branch of the Krasnodar University of the Ministry of the Interior of the Russian Federation, Stavropol

At the present stage, the main direction of state strategic development is to transfer the economy to an innovative development path, for which the determining factor and resource of which is labor and the improvement of the quality of its labor potential. The importance of changes in labor resources in the management of the regional socio-economic complex is increasing. The solution to the problem of a compromise distribution of labor resources is one of the main ones in the strategy of innovative development of Russia. Solving the tasks of the distribution of labor resources determines the dynamics and opportunities for the development of the main and innovative sectors, the diversification of the structure of the Russian economy and its regions. Optimization of the structure of the labor market requires the construction of a system of distribution of labor resources, which will ensure optimal management of labor resources in accordance with the requirements of the regional economy. One of the methods for solving such problems is the development and study of mathematical models of trade-off distribution of labor resources. The optimality criteria both for organizations and for labor resources can be a quantitative or ordinal indicator, which expresses the attractiveness of the organization and labor resources. At the same time, the distribution of labor resources across organizations will need to be carried out anew, taking into account the changed weights of attractiveness. Thus, a compromise distribution of labor resources among organizations will be found, with no two or more organizations that want to change their labor resources.

Keywords: mathematical model, of labour resources distribution, optimization, compromise

Постановка экономической проблемы и её качественный анализ требует формулировки сущности проблемы, принимаемые предпосылки и допущения. Для изучения трудовых ресурсов необходимо выделить важнейшие его характеристики и свойства моделируемого объекта, исследовать его структуру и взаи-

мосвязь его элементов. Математические методы позволяют это сделать и упорядочить саму систему сбора и представления информации. Экономико-математическое моделирование позволяет находить решение принципиально новых научных и практических задач в любой сфере экономики.

Имеется несколько организаций и типов трудовых ресурсов. У каждой организации есть свои предпочтения среди трудовых ресурсов. Каждая организация выстраивает тип трудовых ресурсов в порядке уменьшения интереса организации к ним. Трудовые ресурсы также могут ранжировать организации по привлекательности условий труда в каждой. Исходя из имеющихся данных, требуется найти компромиссное распределение трудовых ресурсов по организациям, при котором не найдется двух и более организаций, которые захотят поменяться своими трудовыми ресурсами. При этом организации могут нанимать одновременно несколько трудовых ресурсов, но в каждую организацию должен попасть хотя бы один тип.

*Алгоритм определения
компромиссного распределения*

Пусть N – количество организаций, M – количество трудовых ресурсов [1]. Алгоритм определения компромиссного распределения трудовых ресурсов по организациям будет выглядеть следующим образом:

Шаг 1. Каждая организация приписывает всем трудовым ресурсам веса, с помощью которых организации сортируют трудовые ресурсы по привлекательности. Организация приписывает наибольший вес трудовым ресурсам, которые для нее больше всех привлекательны. Аналогичные веса приписывает каждый из представителей трудовых ресурсов всем организациям. Данные веса можно интерпретировать как выигрыши организаций и трудовых ресурсов в зависимости от того, в какую организацию назначаются трудовые ресурсы.

Шаг 2. Строятся всевозможные варианты распределения трудовых ресурсов по организациям при выполнении следующих условий: одна организация может нанимать одновременно несколько трудовых ресурсов и в каждую организацию должен быть назначен хотя бы один представитель трудовых ресурсов. Пусть количество различных вариантов распределения трудовых ресурсов по организациям равно p .

Шаг 3. Для каждого i -го варианта распределения трудовых ресурсов по организациям определяются значения приоритетов каждого участника распределения, $i = 1, p$. Данные записываются в виде векторов $H(i) = \{f_{1i}, \dots, f_{Ni}, b_{1i}, \dots, b_{Mi}\}$, где f_{ji} – выигрыш j -й фирмы в i -м варианте, b_{ki} – выигрыш k -х трудовых ресурсов в i -м варианте распределения трудовых ресурсов по организации, $j = 1, N$, $k = 1, M$.

Шаг 4. Определяется максимальное значение выигрыша для каждого участника

распределения среди всех вариантов распределения трудовых ресурсов по организациям $M = \{m_1, \dots, m_N, m_{N+1}, \dots, m_{N+M}\}$.

Шаг 5. Определяются отклонения: $m_j - f_{ji}$, $m_k - b_{ki}$.

Шаг 6. Ищется значение $\min_i(\max_{j,k}((m_j - f_{ji}), (m_k - b_{ki})))$.

Значению i , при котором достигается данный минимум, будет соответствовать компромиссное распределение трудовых ресурсов по организациям, в котором не найдется двух и более организаций, которые захотят поменяться своими трудовыми ресурсами [2].

Динамическая задача

Если трудовые ресурсы назначаются в организации на фиксированное одинаковое для всех время и после очередного распределения трудовых ресурсов по организациям появляются новые трудовые ресурсы или организации, тогда и организации, и трудовые ресурсы будут вынуждены поменять все выставленные ими веса с учетом новых организаций и трудовых ресурсов. При этом распределение трудовых ресурсов по организациям придется проводить заново, учитывая измененные веса [3].

Рассмотрим численный пример применения алгоритма компромиссного распределения трудовых ресурсов по организациям. Допустим, необходимо распределить три типа трудовых ресурсов по трем организациям. Соответствующие данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1
Веса организаций для трудовых ресурсов

Организации	Вес первого типа	Вес второго типа	Вес третьего типа
Организация 1	2	3	1
Организация 2	8	5	9
Организация 3	3	6	4

Таблица 2
Веса трудовых ресурсов для организаций

Трудовые ресурсы	Вес первой организации	Вес второй организации	Вес третьей организации
Трудовые ресурсы 1	3	4	7
Трудовые ресурсы 2	5	2	1
Трудовые ресурсы 3	3	2	5

Таблица 3

Варианты распределения трудовых ресурсов по организациям

Номер варианта распределения трудовых ресурсов (ТР) по организациям	Организация 1	Организация 2	Организация 3
1	Тип ТР 1	Тип ТР 2	Тип ТР 3
2	Тип ТР 1	Тип ТР 3	Тип ТР 2
3	Тип ТР 2	Тип ТР 1	Тип ТР 3
4	Тип ТР 2	Тип ТР 3	Тип ТР 1
5	Тип ТР 3	Тип ТР 1	Тип ТР 2
6	Тип ТР 3	Тип ТР 2	Тип ТР 1

Таблица 4

Значения выигрышей для участников распределения

	Организация 1	Организация 2	Организация 3	Тип ТР1	Тип ТР2	Тип ТР3
H(1)	2	5	4	3	2	5
H(2)	2	9	6	3	2	2
H(3)	3	8	4	5	4	5
H(4)	3	9	3	5	2	7
H(5)	1	8	6	3	4	2
H(6)	1	5	3	3	2	7

Таблица 5

Результаты определения отклонения выигрыша от максимума

Вариант распределения	Организация 1	Организация 2	Организация 3	Тип ТР1	Тип ТР2	Тип ТР3
1	1	4	2	2	2	4
2	1	0	0	2	2	5
3	0	1	2	0	0	2
4	0	0	3	0	2	0
5	2	1	0	2	0	5
6	2	4	3	2	2	0

У каждой организации заданы веса для трудовых ресурсов, в свою очередь, у каждого типа трудовых ресурсов заданы веса организаций [4]. В табл. 3 строятся все возможные варианты распределения трудовых ресурсов по организациям.

Для каждого варианта распределения трудовых ресурсов по организациям определяются значения выигрышей для всех участников распределения (табл. 4).

Определяются максимальные выигрыши всех участников $M = [3, 9, 6, 5, 4, 7]$. В табл. 5 представлены результаты определения отклонения выигрыша от максимума для каждого участника во всех вариантах распределения трудовых ресурсов по организациям [5].

Для каждого варианта распределения выбирается максимальное значение выигрышей среди всех участников (табл. 6).

Среди всех максимальных выигрышей выбирается минимальный (2), который достигается при третьем ва-

рианте ($i = 3$) распределения, т.е. $\min_{i=1,6}(\max_{j,k=1,3}((m_j - f_{ji}), (m_k - b_{ki}))) = 2$.

Таким образом, найдено компромиссное распределение трудовых ресурсов по организациям, при котором в первую организацию отправляется второй тип трудовых ресурсов, во вторую организацию отправляется первый тип трудовых ресурсов, а в третью организацию отправляется третий тип трудовых ресурсов [6].

Таблица 6

Максимальное значение выигрышей

Вариант распределения, i	Максимальный выигрыш
1	4
2	5
3	2
4	3
5	5
6	4

Соответственно выигрыши всех участников будут следующими: у организации 1 выигрыш 3; у организации 2 выигрыш 8; у организации 3 выигрыш 4; у типа трудовых ресурсов 1 выигрыш 4; у типа трудовых ресурсов 2 выигрыш 5; у типа трудовых ресурсов 3 выигрыш 5.

Исследование равновесия по Нэшу

В данной постановке задачи в каждом варианте распределения трудовых ресурсов по организациям учитывается тот факт, что при назначении i -й типа трудовых ресурсов в j -ю организацию, данные трудовые ресурсы и организация убираются из рассмотрения. Соответственно, у оставшихся участников становится меньше вариантов выбора организаций и трудовых ресурсов. Такие образом, в данной постановке задачи стратегии всех участников зависят друг от друга. Следовательно, найти равновесие по Нэшу в данном случае не представляется возможным [7].

Исключением в данном случае может быть ситуация, когда для каждого типа трудовых ресурсов существует только одна организация, в которой данный тип трудовых

ресурсов может найти работу. Такое распределение трудовых ресурсов по организациям является равновесным по Нэшу.

Рассмотрим пример определения типа распределения трудовых ресурсов по организациям. Пусть имеется 3 организации: деревообрабатывающая, металлопрокатная, фармацевтическая. По ним нужно распределить 3 типа трудовых ресурсов: плотники, металлурги, фармацевты. Соответственно, плотники принесут наибольший выигрыш всем участникам, только если будут работать на деревообрабатывающую организацию, аналогично металлурги принесут наибольший выигрыш, работая на металлопрокатную организацию, а фармацевты – на фармацевтическую организацию. Таким образом, данное распределение трудовых ресурсов по организациям является равновесным по Нэшу, так как изменение стратегии одного участника приведет к уменьшению выигрышей всех участников распределения трудовых ресурсов по организациям (табл. 7 и 8).

Строятся все варианты распределения трудовых ресурсов по организациям и определяются выигрыши участников (табл. 9–10).

Таблица 7

Распределения выигрышей трудовых ресурсов

Тип трудовых ресурсов	Выигрыш, если назначены в деревообрабатывающую организацию	Выигрыш, если назначены в металлопрокатную организацию	Выигрыш, если назначены в фармацевтическую организацию
Плотники	100	10	10
Металлурги	10	100	10
Фармацевты	10	10	100

Таблица 8

Распределения выигрышей организаций

Организация	Выигрыш, если назначены плотники	Выигрыш, если назначены металлурги	Выигрыш, если назначены фармацевты
Деревообрабатывающая	1000	100	100
Металлопрокатная	100	1000	100
Фармацевтическая	100	100	1000

Таблица 9

Варианты распределения трудовых ресурсов по организациям

Номер варианта распределения типа трудовых ресурсов по организациям	Деревообрабатывающая	Металлопрокатная	Фармацевтическая
1	плотники	металлурги	фармацевты
2	плотники	фармацевты	металлурги
3	металлурги	плотники	фармацевты
4	металлурги	фармацевты	плотники
5	фармацевты	плотники	металлурги
6	фармацевты	металлурги	плотники

Таблица 10

Общее распределение

Вариант распределения	Деревообрабатывающая	Металлопрокатная	Фармацевтическая	Плотники	Металлурги	Фармацевты
1	1000	1000	1000	100	100	100
2	100	100	100	10	10	10
3	100	100	100	10	10	10
4	100	100	100	10	10	10
5	100	100	100	10	10	10
6	100	100	100	10	10	10

Соответственно, первое распределение – самое оптимальное распределение, при котором организации получают выигрыши в размере 1000, а трудовые ресурсы получают выигрыши в размере 100. Данное распределение является равновесным по Нэшу. При данном распределении менять свою стратегию невыгодно ни одному участнику. Если две или все три организации поменяются трудовыми ресурсами, то у данных организаций выигрыши будут составлять в размере 100 вместо 1000, а трудовые ресурсы, поменявшиеся организациями, вместо выигрыша в 100 получают выигрыш в размере 10.

Выводы

Следовательно, в условиях существующих уровней определенности информации о рассматриваемом объекте для построения математической модели социально-экономической системы каждого из изучаемых показателей требуется специальный инструментарий моделирования. В данной работе предлагается способ нахождения компромиссного распределения трудовых ресурсов по организациям. Разработанный способ позволит определять оптимальную

стратегию распределения организаций и трудовых ресурсов.

Список литературы

1. Малафеев О.А., Немногин С.А. Стохастическая модель социально-экономической динамики // Устойчивость и процессы управления: материалы III Международной конференции, 2015. С. 433–434.
2. Колокольцов В.Н., Малафеев О.А. Динамические конкурентные системы многоагентного взаимодействия и их асимптотическое поведение (часть II) // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 1 (26). С. 134–145.
3. Малафеев О.А., Пахар О.В. Динамическая нестационарная задача инвестирования проектов в условиях конкуренции // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. 2009. № 41. С. 103–108.
4. Grigorieva X., Malafeev O. A competitive many-period postman problem with varying parameters. Applied Mathematical Sciences. 2014. Т. 8. № 145–148. P. 7249–7258.
5. Alferov G.V., Malafeyev O.A., Maltseva A.S. Programming the robot in tasks of inspection and interception // International Conference on Mechanics – Seventh Polyakhov’s Reading. 2015. P. 710–713.
6. Malafeyev O.A., Nemnyugin S.A., Alferov G.V. Charged particles beam focusing with uncontrollable changing parameters. 2nd International Conference on Emission Electronics (ICEE) Selected papers. 2014. P. 25–27.
7. Малафеев О.А., Рединских Н.Д., Смирнова Т.Е. Сетевая модель инвестирования проектов с коррупцией // Процессы управления и устойчивость. 2015. Т. 2. № 1. С. 659–664.