ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 338.001.36

Дмитрий Николаевич Лапаев,
д.э.н., профессор, зам. директора Института экономики и управления Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
Тел.: (831) 436-23-62
Эл. почта: dnlapaev@mail.ru

Евгений Сергеевич Митяков,
к.э.н., доцент кафедры Экономической теории и эконометрики Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
Тел.: (831) 432-90-67
Эл. почта: emityakov@gmail.com

Евгений Александрович Корнев,
магистрант кафедры Экономической теории и эконометрики Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева
Тел. (831) 432-90-67
Эл. почта: kornevea@mail.ru

В работе приводится описание программного комплекса многокритериального сравнительного анализа экономических систем – графической оболочки, включающей в себя программную и графическую реализацию шести алгоритмов (модулей) многокритериального анализа. Для проверки адекватности работы алгоритмов результаты программы сопоставлены с имеющимися ручными расчетами.

Ключевые слова: *программный комплекс, многокритериальная оценка, принцип доминирования, принцип Парето, определение эффективных альтернатив, анализ экономических систем.*

Dmitri N. Lapaev,
PhD in Economics, Deputy Director of the Institute of Economics and Management, Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev
Tel.: (831) 436-23-62
E-mail: dnlapaev@mail.ru

Evgenii S. Mityakov,
PhD in Economics, Senior Lecturer, the Department of Economic Theory and Econometrics, Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev
Tel.: (831) 432-90-67
E-mail: emityakov@gmail.com

Evgeny A. Kornev,
Post-graduate student, Department of the Economic theory and econometrics Nizhny Novgorod state technical university named after R.E. Alekseev
Tel.: (831) 432-90-67
E-mail: kornevea@mail.ru

PROGRAM COMPLEX OF THE MULTICRITERIA COMPARATIVE ANALYSIS OF ECONOMIC SYSTEMS

The paper describes the software system of multicriteria analysis of comparative economic systems – a graphical environment, which includes software and graphical implementation of six algorithms (modules) of the multi-criteria analysis. To check the adequacy of the results of the program algorithms are compared with manual calculations.

Keywords: *program complex, multicriteria assessment, principle of domination, Pareto principle, definition of effective alternatives, analysis of economic systems.*

1. Введение

Важность многокритериального сравнительного анализа и оценки социально-экономических систем всегда являлась одной из важнейших задач развития человечества, ввиду возрастания неопределённости внешней и внутренней среды обусловленной развитием научно-технического прогресса. В частности, прикладные технические, социально-экономические задачи довольно часто решаются в контексте количества оцениваемых критериев от двух и более.

При разработке управленческих решений необходимо правильно оценить сложившуюся ситуацию и альтернативные варианты решений с целью выбора предпочтительного варианта решения, наиболее соответствующего целям оценки. Верная оценка сложившейся ситуации способствует достижению поставленных целей и задач, в то время как ошибочная оценка и, как следствие, неверно принятое решение, затрудняют достижение поставленных целей.

Данный факт, создаёт очевидную проблему в виде нарастающей трудоёмкости при решении такого рода задач без применения специализированных средств. Именно, в силу отсутствия таких средств, обладающих высокой универсальностью, и было принято решение о создании программного комплекса многокритериального сравнительного анализа экономических систем.

При многокритериальной оценке возможно применение классических методов оптимизации, например, принципа доминирования или принципа Парето. Принцип доминирования в результате анализа позволяет получить единственный вариант, а принцип Парето – определить множество эффективных, но не доминируемых остальными альтернатив [1]. Для программной реализации алгоритмов было принято решение использовать алгоритмы многокритериальной оценки, разработанные в [2]. Эти алгоритмы позволяют производить анализ наиболее широкого круга задач, и подходят для формирования эффективного множества решений и нахождения ранжированного решения задачи многокритериальной оптимизации.

2. Описание реализации программного комплекса

Программный комплекс многокритериального сравнительного анализа экономических систем – графическая оболочка, включающая в себя программную и графическую реализацию шести алгоритмов (модулей). Реализованы алгоритмы поиска эффективного множества и ранжирования решений для n критериев оптимизации. Также выделены частные алгоритмы поиска эффективного множества и ранжирования решений для случаев с двумя и тремя критериям. Это связано с возможностью наглядного представления полученных решений на графиках для упрощения сравнительного анализа.

Для реализации программного комплекса был выбран язык программирования Java. Одно из главных преимуществ языка Java – его кроссплатформенность. Один и тот же код можно запускать под управлением операционных систем Windows, Linux, FreeBSD, Solaris, Apple Mac и др. Это становится очень важным, когда программы загружаются посредством глобальной сети интернет и используются на различных платформах.

Теперь перейдем к описанию пользовательской работы в программном комплексе. Для примера приведен порядок работы в модуле

	A	B	C	D
1		K1	K2	K3
2	Альтернатива 1	0,44601	0,17666	0,96242
3	Альтернатива 2	0,69824	0,27256	0,38379
4	Альтернатива 3	0,68962	0,54711	0,13071
5	Альтернатива 4	0,99736	0,71267	0,5676
6	Альтернатива 5	0,96222	0,06959	0,27198
7	Альтернатива 6	0,17158	0,15864	0,12784
8	Альтернатива 7	0,64873	0,57193	0,00168
9	Альтернатива 8	0,37511	0,73503	0,64402
10	Альтернатива 9	0,24516	0,17891	0,28319
11	Альтернатива 10	0,29725	0,09055	0,20493

Рис. 1. Формат файла для загрузки

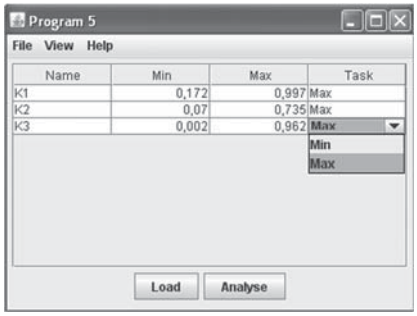


Рис. 2. Интерфейс загрузки файлов и выбора необходимых направлений изменения показателей

поиска ранжированных решений для трехкритериальной задачи сравнительного анализа. Работа с другими модулями осуществляется аналогичным образом. Первоначально следует загрузить файл электронной таблицы необходимого формата: первый столбец, начиная со второй строки, должен содержать список альтернатив. Второй и последующие столбцы, соответствующие значения показателей. На рис. 1. представлен пример загружаемого файла для алгоритмов трехкритериального сравнительного анализа.

Загрузка файла происходит по нажатию кнопки «Load». Далее тебуется выбрать загружаемый файл. В случае несовпадения форматов появится окно с сообщением об ошибке. Интерфейс загрузки файлов и выбора необходимых направлений изменения показателей выглядит так, как показано на рис. 2.

После загрузки файла, есть возможность просмотра исходных данных в виде таблицы и графика, в котором по осям расположены значения первых двух критериев, а третий – представлен в виде радиуса точки (рис. 3.). По наведению на точку, всплывает подсказка в формате: название альтернативы, и значения её показателей. Имеется возможность установления масштаба точек.

Расчет производится по нажатию кнопки «Analise» в главном экране программы. По нажатию происходит формирование эффективного решения, и задается вопрос о необходимости продолжении ранжирования. Есть возможность продолжить ранжирование, прекратить, либо провести анализ всех рангов (рис. 4.).

При ответе открывается окно с решениями, где каждый из рангов выделен своим цветом (рис. 5.). Также доступен просмотр решений в виде графика (рис. 6.). Существует возможность оставить на графике альтернатив необходимого количества рангов, поставив либо убрав советующую галочку.

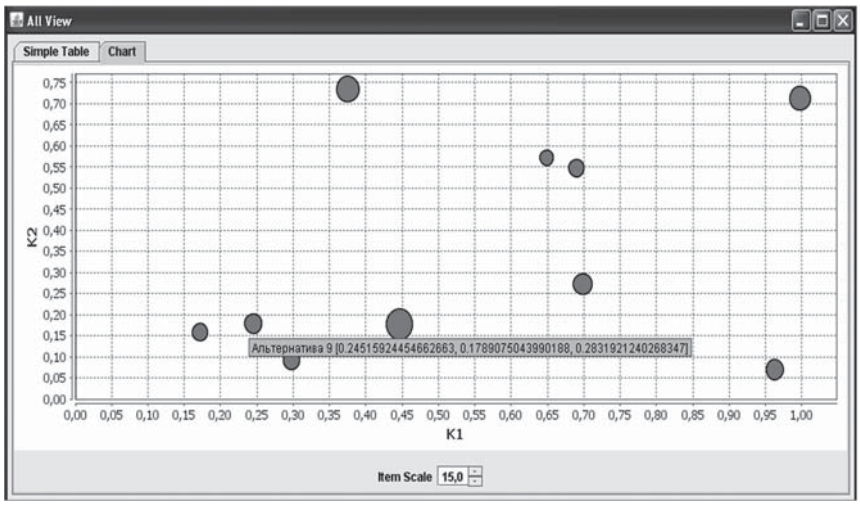


Рис. 3. Интерфейс просмотра данных загруженного файла в виде графика

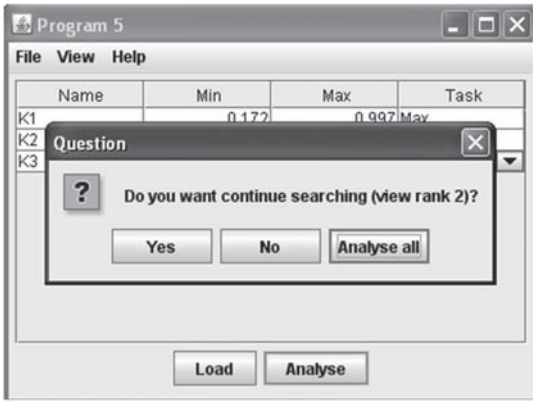


Рис. 4. Вопрос о продолжении ранжирования

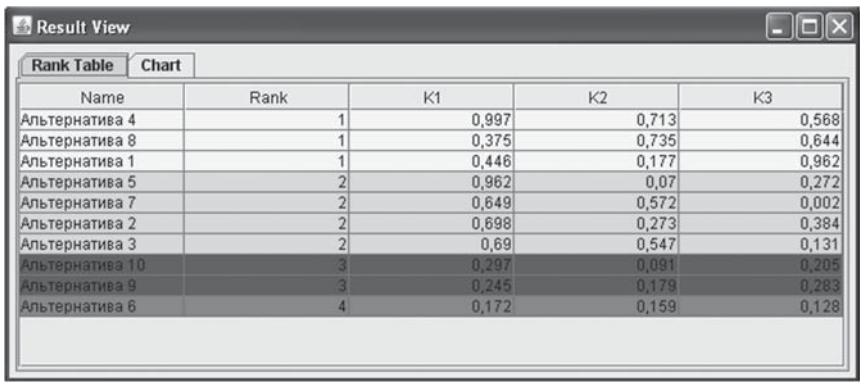


Рис. 5. Просмотр таблицы решений

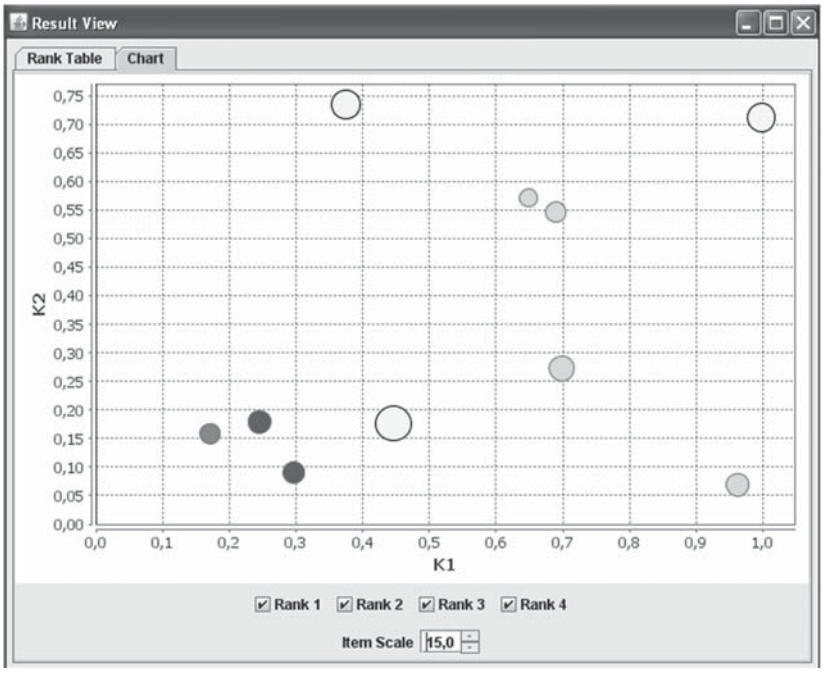
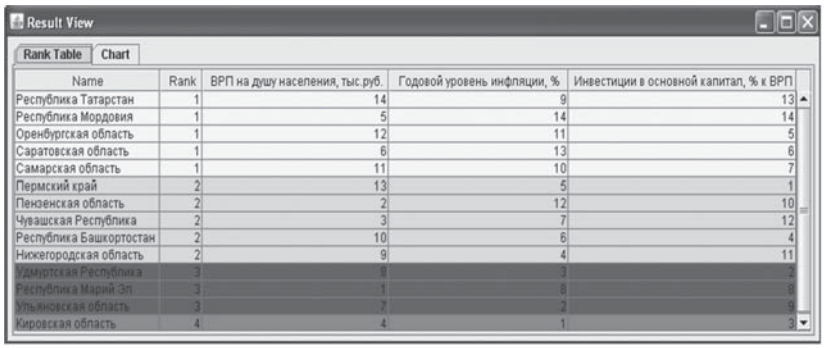


Рис. 6. Ранжированное решение в виде графика



Name	Rank	ВРП на душу населения, тыс.руб.	Годовой уровень инфляции, %	Инвестиции в основной капитал, % к ВРП
Республика Татарстан	1	14	9	13
Республика Мордовия	1	5	14	14
Оренбургская область	1	12	11	5
Саратовская область	1	6	13	6
Самарская область	1	11	10	7
Пермский край	2	13	5	1
Пензенская область	2	2	12	10
Чувашская Республика	2	3	7	12
Республика Башкортостан	2	10	6	4
Нижегородская область	2	9	4	11
Удмуртская Республика	3	8	3	2
Республика Марий Эл	3	1	8	8
Ульяновская область	3	7	2	9
Кировская область	4	4	1	3

Рис. 7. Просмотр таблицы решений

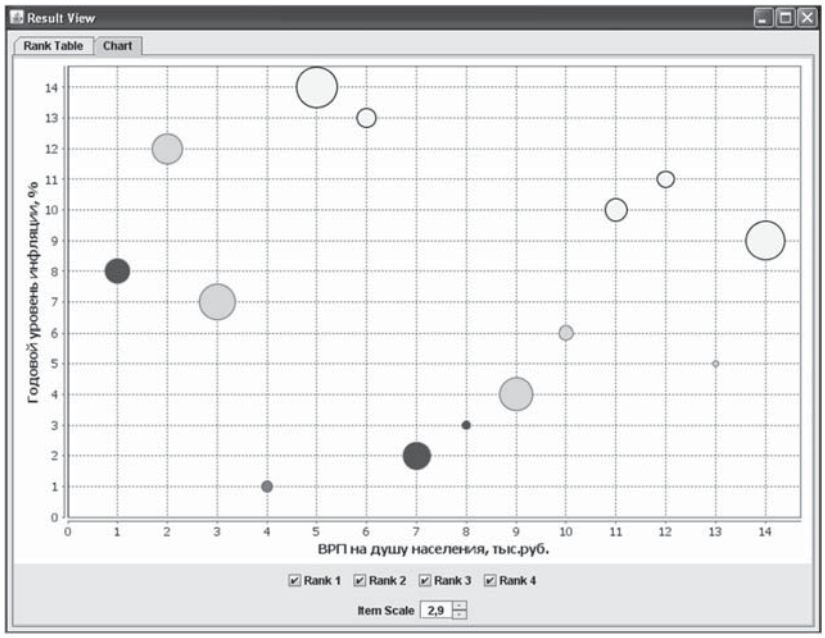


Рис. 8. Ранжированное решение в виде графика

3. Вычислительный эксперимент

Для проверки адекватности работы алгоритмов необходимо сопоставить результаты программы с имеющимися ручными расчетами. В статье [3] предлагается методика многокритериальной оценки экономической безопасности регионов России. Определены ранги решений задачи многокритериальной оценки для регионов Приволжского федерального округа. Многокритериальный сравнительный анализ производился по трем показателям, которые входят в проекцию, характеризующую экономическое развитие региона: «ВРП на душу населения, тыс. руб.» ($K1$), «Годовой уровень инфляции, %» ($K2$) и «Инвестиции в основной капитал, % к ВРП» ($K3$). Информационную базу исследования составили данные Росстата [4].

В результате апробации методики определено четыре ранга решений. В множество первого ранга вошли Мордовия, Татарстан, Оренбургская, Самарская и Саратовская области. Второй ранг составили Башкортостан, Чувашия, Пермский край, Нижегородская и Пензенская области. Множество третьего ранга сформировано из Республики Марий Эл, Удмуртии и Ульяновской области. Кировская область составила заключительный четвертый ранг.

Результаты расчетов в программном модуле представлены на рис. 7. и 8. Видно, что программные расчеты совпадают с ручными расчетами.

Результаты расчетов по другим алгоритмам многокритериального сравнительного анализа так же совпадают с итогами ручных расчетов [3], что позволяет сделать вывод об успешной реализации программного комплекса.

4. Заключение

В дальнейших исследованиях планируется расширение информационной системы еще на два алгоритма, учитывающих интересы различных заинтересованных сторон. С помощью этих алгоритмов станет возможным автоматизировать решение задачи выбора оптимальных альтернатив для случая участия нескольких лиц принимающих решения, когда каждый из них имеет

собственные критерии в выборе альтернатив, а также свой приоритет мнения в вопросе выбора.

Литература

1. Подиновский В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. – М.: Наука, 1982.

2. Лапаев Д.Н. Многокритериальное принятие решений в экономике: монография / Д.Н. Лапаев. – Н.Новгород, 2010. – 362 с.

3. Лапаев Д.Н., Митяков Е.С. Методика многокритериальной оценки экономической безопасности регионов России (на примере Приволжского федерального округа) / Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. №4. 2013. – С. 141–144.

4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: http://www.gks.ru.

References

1. Podinovskii V.V. Pareto-optimal solutions of multi tasks / V. Podinovskii, V.D. Noghin. – M.: Nauka, 1982.

2. Lapaev D.N. Multicriteria decision making in the economy: monograph / D.N. Lapaev. – Nizhny Novgorod, 2010. – 362.

3. Lapaev D.N., Mityakov E.A. Method of multicriteria evaluation of regional economic security of Russia (Volga Federal District case study) / Ekonomika, statistika i informatika. Vestnyk UMO. №4. 2013. – S. 141–144.

4. The official site of the Federal Service of State Statistics. URL: http://www.gks.ru.