

УДК 004.942.

Комплекс программ «Формирование инвестиционного портфеля»

Муслимова Г.Р.

*ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, Россия, e-mail: galikhanova_gr@mail.ru*

В работе была кратко описана задача формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов и приведены методы ее решения. Разработаны эвристические алгоритмы решения поставленной задачи оптимального выбора. Для сравнительного анализа алгоритмов был разработан комплекс программ (КП) «Формирование инвестиционного портфеля». Для его реализации были сформулированы все требования к программному комплексу, построена функциональная модель процесса формирования оптимального инвестиционного портфеля и архитектура КП. В качестве средства разработки была выбрана среда программирования Borland Delphi 7.0.

Ключевые слова: комплекс программ, инвестиционный портфель, архитектура комплекса программ.

Complex of programs «Formation of an investment portfolio»

Muslimova G.R.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, e-mail: galikhanova_gr@mail.ru

In work the problem of formation of an optimal portfolio of investment projects has been short described and methods of its decision are resulted. Heuristic algorithms of the decision of a task in view of an optimum choice are developed. The complex of programs has been developed for the comparative analysis of algorithms (КП) «Formation of an investment portfolio». For which realisation all requirements to a program complex have been formulated, the functional model of process of formation of an optimum investment portfolio and architecture of a complex of programs is constructed. As working out means the environment of programming Borland Delphi 7.0 has been chosen.

Key words: complex of programs, investment portfolio, architecture of a complex of programs.

Разумное вложение средств является актуальной задачей, стоящей перед инвесторами. В частности, проблема формирования портфелей, состоящих из инвестиционных проектов. Подобные задачи являются важным подклассом задач оптимального выбора.

Задачи формирования инвестиционного портфеля были поставлены в [8], в [10] для их решения применены методы линейной оптимизации. В работах [4; 5] и ряде других сформулированы задачи формирования оптимальных портфелей при различных предположениях, где в качестве целевой функции принимается чистая приведенная (NPV) или накопленная (NFV) стоимость портфеля.

Под (дискретным) инвестиционным проектом (поток платежей) понимается вектор $C = (c_0, c_1, \dots, c_n)$, компонента c_k которого – это платеж (при $c_k < 0$) или возврат средств (при $c_k > 0$) в момент времени k [3]. Предположим, что инвестору предложен набор проектов, из которых необходимо выбрать некоторое количество проектов для финансирования. Предполагается, что в качестве альтернативного используется вложение средств с

фиксированным годовым коэффициентом накопления. В работе [9] поставлена и проанализирована задача формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов, если для некоторых групп проектов предусмотрены групповые платежи. Например, при финансировании хотя бы одного проекта в некотором регионе необходима аренда помещения или приобретение спецтранспорта. В [9] предполагалось, что для групп проектов могут осуществляться только платежи. В то же время в приведенных примерах офис или транспортное средство на некоторое время может сдаваться в аренду, а это приведет и к поступлениям средств.

Будем считать, что сроки выполнения всех проектов совпадают – при необходимости проекты можно дополнить нулевыми платежами. При этом предполагается возможность зависимости между некоторыми проектами, т.е. выбор проекта для включения в портфель зависит от того, включен ли в портфель некоторый другой проект.

Для решения поставленной в [3] задачи применялись точные методы, такие как метод «ветвей и границ» и метод отсечений Гомори [7] в стандартном виде, и были разработаны эвристические алгоритмы – модифицированный метод «ветвей и границ» и эволюционный алгоритм (1+1)-EA [2; 3].

Блок-схемы алгоритмов модифицированный метод «ветвей и границ» и эволюционный алгоритм (1+1)-EA представлены на рисунках 1 и 2.

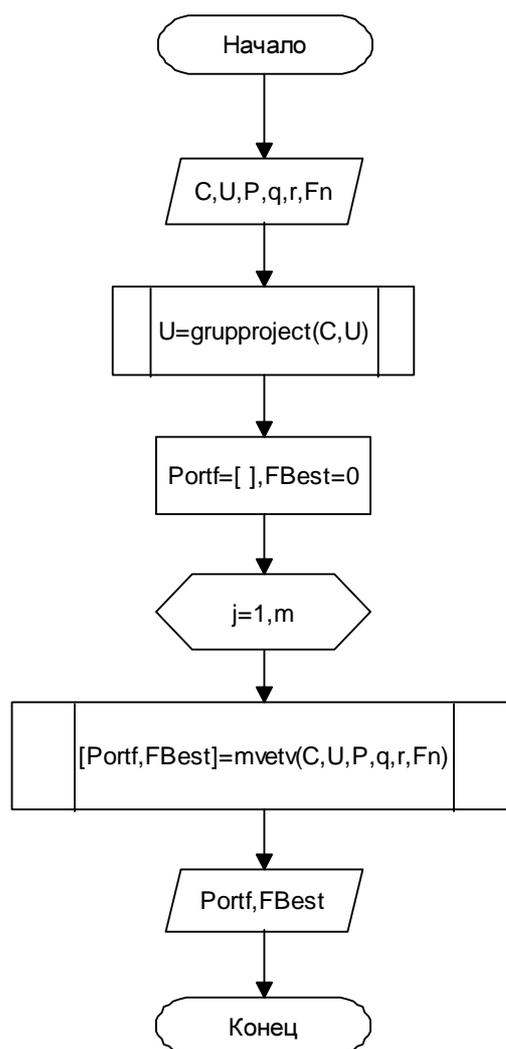


Рисунок 1. Блок-схема модифицированного метода «ветвей и границ»

Основные обозначения (рис. 1): C – множество исходных инвестиционных проектов; U – подмножества проектов; P – множество платежей по группам проектов; q, r – банковские ставки дисконтирования и заимствования; F_n – начальный капитал инвестора; m – длительность проектов; n – количество проектов; s – количество проектов U ; $Portf$ – формируемый инвестиционный портфель; F_{Best} – итоговый капитал инвестора; $grupproject(C, U)$ – пользовательская процедура, создающая из всех проектов, не входящих ни в одно подмножество U , дополнительное подмножество U ; $mvetv(C, U, P, q, r, F_n)$ – пользовательская процедура, рассчитывающая портфель стандартным методом «ветвей и границ» для каждого подмножества проектов U в отдельности, но с учетом включенных с портфель проектов.

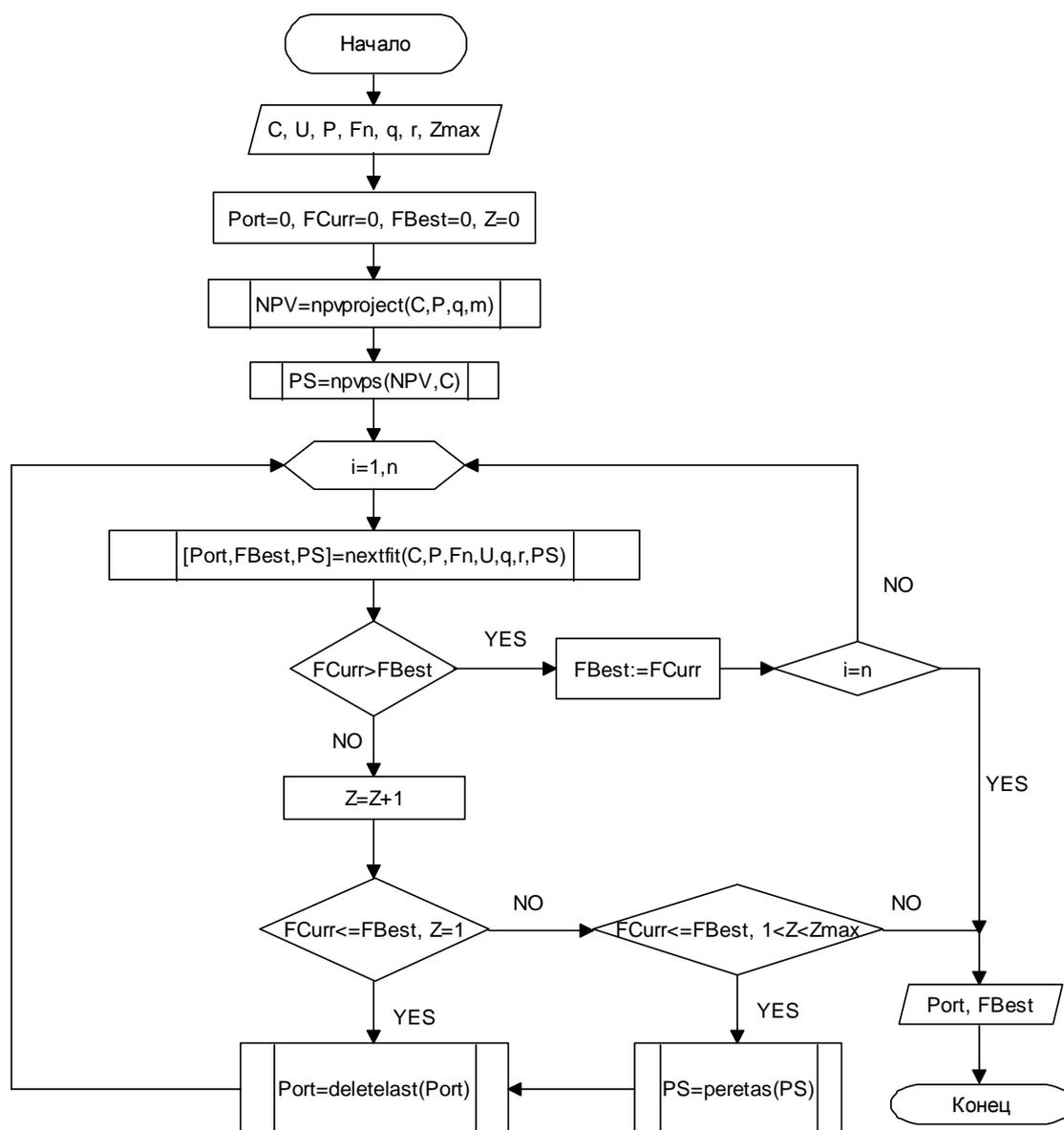


Рис. 2. Блок-схема эволюционного алгоритма (1+1)-EA

Основные обозначения (рис. 2): Z_{\max} – максимальное заданное число неудачных включений проектов в портфель (неудача заключается в том, что при включении проекта в портфель результирующий капитал инвестора не увеличивается); $Port$ – текущий портфель проектов; $FCurr$ – текущее значение капитала инвестора; $FBest$ – итоговый капитал инвестора; Z – текущее число неудачных включений проектов в портфель; $npvproject(C,P,q,l)$ – пользовательская функция, рассчитывающая значение чистого приведенного дохода (NPV) проектов по формуле $NPV = \sum_{k=0}^m \frac{C_{ik}}{(1+q)^k} + \sum_{k=0}^m \left(\frac{P_{jk}}{(1+q)^k} \right) / n$, где k – момент времени, в который выполняются платежи по проектам; $npvps(NPV,C)$ – пользовательская процедура, формирующая из исходных проектов приоритетный список PS в порядке убывания их значений NPV ; $nextfit(C,P,Fn,U,q,r,PS)$ – пользовательская процедура, которая помещает по порядку проекты из приоритетного списка PS в текущий портфель (при этом из списка PS он

удаляется), а также рассчитывается FCurr для этого портфеля по формуле:
$$F_{k+1} = \max \left\{ qF_k + \sum_{i=1}^m x_i c_{i(k+1)} + \sum_{j=1}^s y_j p_{j(k+1)}, rF_k + \sum_{i=1}^m x_i c_{i(k+1)} + \sum_{j=1}^s y_j p_{j(k+1)} \right\}.$$

Peretas(PS) – пользовательская процедура, которая случайным образом переставляет элементы в приоритетном списке PS.

Для анализа эффективности разработанных алгоритмов был создан комплекс программ «Формирование инвестиционного портфеля».

Процесс разработки комплекса программ целесообразно начать с определения набора требований к нему. Весь набор требований разделен на:

- функциональные (описывающие функции комплекса программ);
- к архитектуре и хранилищу данных (как система должна быть построена);
- к средствам разработки (регламентируют используемые для разработки средства, инструменты, серверное ПО и готовые программные модули);
- к разработке эргономичного интерфейса.

Согласно функциональным требованиям, система должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов методом «ветвей и границ» (программа Vetv);
- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов методом отсечений Гомори (программа Gomori);
- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов модифицированным методом «ветвей и границ» (программа VetvModif);
- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов с помощью эволюционного алгоритма типа (1+1)-EA (программа Evolut);
- автоматическая генерация списка задач формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов (программа Generat);
- открытие задачи из файла и вывод результатов решения задачи для дальнейшего использования инвестором в отдельный файл.

На рисунке 3 представлена функциональная модель процесса формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов.

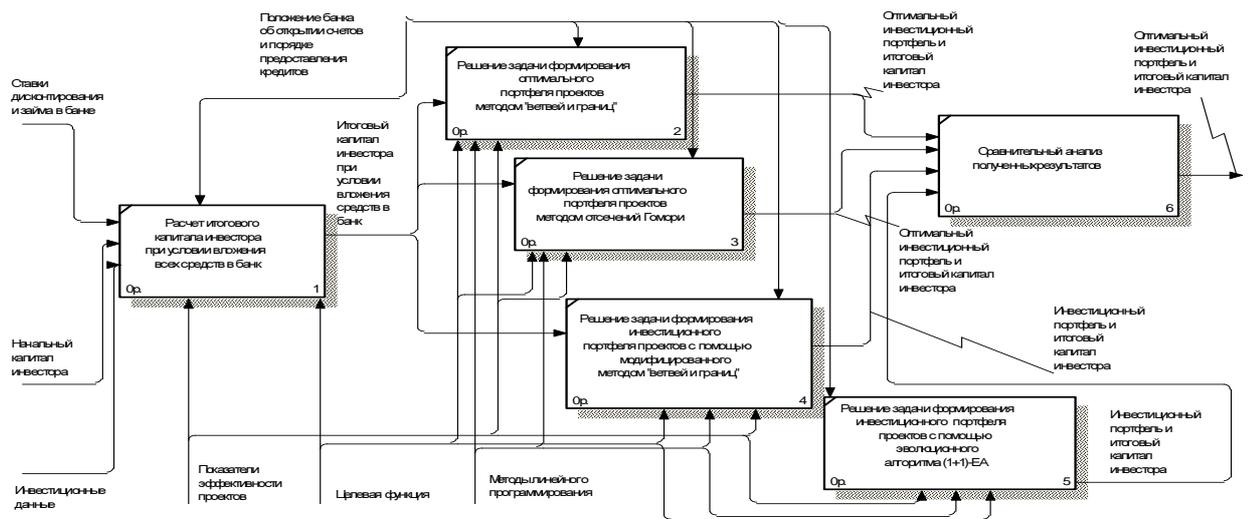


Рис. 3. Функциональная модель процесса формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов

В комплекс программ «Формирование инвестиционного портфеля» входят четыре программных модуля Vetv, Gomori, VetvModif, Evolut, реализованных на языке Object Pascal в среде программирования Borland Delpfi 7.0. Программы Vetv, Gomori, VetvModif и Evolut на основании соответствующих оптимизационных алгоритмов и входных данных (начальный капитал инвестора F_{-1} , банковские ставки дисконтирования и займа q и r , длительность проектов, платежи по проектам, число проектов, число и состав подмножеств U_j , платежи по группам проектов P_j , условия зависимости проектов) осуществляют формирование оптимального (Vetv, Gomori) или близкого к оптимальному (VetvModif и Evolut) портфеля инвестиционных проектов, а также расчет чистой будущей стоимости портфеля (NFV) и вывод результатов в файл для дальнейшей работы.



Рис. 4. Архитектура комплекса программ «Формирование инвестиционного портфеля»

На рисунке 4 представлена архитектура разработанного комплекса программ:

- интерфейс комплекса программ – предоставляет пользователю возможность ввода и просмотра исходных данных и результатов работы системы;
- блок задания входных инвестиционных данных – позволяет задавать входные данные, состав которых зависит от выбранного метода решения задачи;
- блок проверки и подготовки данных – производит отсев некорректных данных (выводится соответствующее сообщение пользователю), а также служит для инициализации исходных данных;
- модуль генерации списка задач – случайно генерирует задачи в заданных пользователем диапазонах;
- четыре модуля решения задачи – производят решение оптимизационной задачи соответствующими методами;
- блок подготовки исходных данных – производит инициализацию выходных данных;
- блок вывода результатов – выводит результаты вычислений на экран и сохраняет их во внешних файлах;
- база данных, которая хранит инвестиционную информацию, находится за пределами комплекса программ для повышения надежности и скорости доступа к данным.

С помощью комплекса программ «Формирование инвестиционного портфеля» был проведен численный эксперимент [7].

Всего было сгенерировано 3000 случайных примеров, результаты решения которых показали эффективность модифицированного метода «ветвей и границ» (отношение конечной стоимости полученного портфеля к стоимости оптимального) – в среднем равна

0,97, эффективность эволюционного алгоритма (1+1)-EA при принятых правилах останова в среднем равна 0,88. Для задачи портфельного анализа проведен численный эксперимент, в результате которого установлены тенденции изменения эластичности накопленной стоимости оптимального портфеля к процентным ставкам в зависимости от параметров задачи. Также исследовано влияние на результат числа подмножеств, на которые разбито множество проектов. С ростом числа подмножеств накопленная стоимость оптимального портфеля в среднем падает, причем темп падения уменьшается при увеличении числа проектов [1; 2; 3].

Для возможности формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов при наличии групповых затрат и зависимости проектов были разработаны требования к комплексу программ, функциональная модель и архитектура КП, на основании которых разработан комплекс программ «Формирование инвестиционного портфеля». Данный программный комплекс позволяет в полном объеме решать поставленные задачи и может быть адаптирован под конкретные требования инвестиционной политики предприятия.

Список литературы

1. Бронштейн Е.М., Муслимова Г.Р. Оптимальные инвестиционные портфели с учетом групповых выплат // Труды ИСА РАН. – 2011. – Т. 61. – № 1. – С. 75–79.
2. Бронштейн Е.М., Муслимова Г.Р. Оптимальные портфели инвестиционных проектов с учетом групповых платежей и взаимосвязи проектов: оценка влияния изменения параметров модели // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 2. – С. 249–252.
3. Бронштейн Е.М., Муслимова Г.Р. Формирование оптимальных портфелей, состоящих из инвестиционных проектов, с учетом групповых выплат // Информационные технологии. – 2010. – № 5. – С. 72–75.
4. Бронштейн Е.М., Спивак С.И. Как сформировать оптимальный портфель // Рынок ценных бумаг. – 1977. – № 14. – С. 52–55.
5. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2002. – 888 с.
6. Корбут А.А., Сигал И.Х., Финкельштейн Ю.Ю. Об эффективности комбинаторных методов в дискретном программировании. – М.: Наука, 1979. – 368 с.
7. Муслимова Г.Р. Формирование инвестиционного портфеля // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010617172.2010.
8. Lorie J.H., Savage I.J. Three Problems in Rationing Capital // Journal of Business. – 1955. – Vol. XXVIII. – № 4. – P. 229–239.
9. Mamer J.W., Shogan A.W. A Constrained Capital Budgeting Problem with Applications to Repair Kit Selection // Management Science. – 1987. – Vol. 33. – № 6. – P. 800–806.
10. Weingartner H.M. Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems. – Chicago: Markham publ, 1967. – 108 p.

Рецензенты:

Спивак С.И., д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой математического моделирования Башкирского государственного университета Минобрнауки РФ, г. Уфа.

Юлмухамедов Р.С., д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник Института математики с вычислительным центром Уфимского научного центра Российской академии наук, г. Уфа.

Работа получена 30.08.2011