

3. *Zhang J., Goodchild M.* Uncertainty in Geographical Information. New York: Taylor & Francis, Inc., 2002.
4. *Goodchild M.* Modelling Error in Objects and Fields. In: Goodchild, M.F., Gopal, S. (eds.): Accuracy of Spatial Databases. Basingstoke: Taylor & Francis, Inc. – 1989. – P. 107-113.
5. *Кофман А.* Введение в прикладную комбинаторику. – М.: Наука, 1975.
6. *Кристофидес Н.* Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978.
7. *Malczewski J.* GIS and Multicriteria Decision Analysis. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.
8. *Zadeh L.* The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning. Inf. Sci. 8, 9, 1975.
9. *Берштейн Л.С., Боженик А.В.* Нечеткие графы и гиперграфы. – М.: Научный мир, 2005.
10. *Боженик А.В., Розенберг И.Н., Ястребинская Д.Н.* Нахождение живучести нечетких транспортных сетей с применением геоинформационных систем. – М.: Научный мир, 2012. – 176 с.
11. *Hansen E.* Global Optimization Using Interval Analysis. – New York: Dekker, 1992.
12. *Берштейн Л.С., Боженик А.В., Розенберг И.Н.* Моделирование поиска сервисных центров в ГИС нечеткими интервальными графами // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 7-16.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Е.А. Башков.

Боженик Александр Витальевич – Научно-технический центр «Информационные технологии» федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: avb002@yandex.ru; 347922, г. Таганрог, Октябрьская пл., 4; тел.: 89198799621; д.т.н.; профессор.

Беляков Станислав Леонидович – тел.: 88634611086; д.т.н.; профессор.

Розенберг Игорь Наумович – ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт инженеров железнодорожного транспорта» (НИИАС); e-mail: I.kudreyko@gismps.ru; 109029, г. Москва, ул. Нижегородская, 27, стр. 1; тел.: 84959677701; зам. генерального директора; д.т.н.

Bozhenyuk Alexander Vitalievich – Scientific and Technical Center «Information Technologies» of Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»; e-mail: avb002@yandex.ru; 4, Oktyabrskaya Square, Taganrog, 347922, Russia; phone: +79198799621; dr. of eng. sc.; professor.

Belyakov Stanislav Leonidovich – phone: +7863611086; dr. of eng. sc.; professor.

Rozenberg Igor Naymovich – Public corporation “Research and development institute of railway engineers”; e-mail: I.kudreyko@gismps.ru; 27/1, Nizhegorodskaya, Moscow, 109029, Russia; phone: +74959677701; deputy director; dr. of eng. sc.

УДК 681.142

А.М. Белевцев, М.А. Дружинин

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ТРЕЙДЕРСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ФОНДОВОЙ БИРЖЕ

Развитие биржевой торговли и ее глобализация приводят к интенсивному развитию информационных технологий и их применению в биржевых операциях. Для выполнения успешных трейдерских операций необходимо в очень сжатые сроки принимать решения на основании множества различных факторов. Существующая проблема сводится к оптимизационной задаче большой размерности с нелинейной целевой функцией и нелинейными ограничениями. Генетические алгоритмы оптимизации имеют полный набор инструментов

для решения поставленной задачи и обладают целым рядом преимуществ по сравнению с точными методами оптимизации типа метода ветвей и границ. Количество итераций генетического алгоритма находится в большой зависимости от «качества» начальной популяции. В предложенном примере за базовое решение будет приниматься портфель с уже существующим набором ценных бумаг. Формирование портфеля завершается по истечении времени на работу алгоритма или отсутствия роста значения целевой функции. При существовании двух и более решений с максимальным значением целевой функции, выбирается решение с меньшим значением степени риска.

Биржевая торговля; трейдерские операции; нелинейная целевая функция с нелинейными ограничениями; генетические алгоритмы оптимизации.

A.M. Belevtsev, M.A. Druzhinin

THE ANALYSE OF THE POSSIBILITY OF USE OF GENETIC ALGORITHMS OPTIMIZATION FOR TRADING OPERATIONS ON THE STOCK EXCHANGE

The development of the exchange trade and its globalization leads to the intensive development of the information technologies and their use in exchange operations. To success in the exchange trading it is necessary to make decisions based on many different factors in short time. The current problem is reduced to the optimization problem of large dimension with a nonlinear objective function and nonlinear constraints. The genetic algorithms of optimization have a complete set of tools for solving this task and have a number of advantages in comparison with the exact methods of optimization of the type of branches and borders. The number of iterations of the genetic algorithm depends on the «quality» of the initial population. The proposed example will show the portfolio of the existing set of securities as a basic decision. The formation of the portfolio is completed at the time the algorithm or the lack of the growth in the value of the target function. When there are two or more decisions with the maximum value of the objective function the decision of a lower degree of risk is selected.

Stock market trading; trading operations; nonlinear objective function with nonlinear constraints; genetic algorithms of optimization.

Развитие биржевой торговли и ее глобализация приводят к интенсивному развитию информационных технологий и их применению в биржевых операциях. Активно идет разработка биржевых роботов, систем анализа и поддержки принятия решений как по прогнозу развития биржевой ситуации, так и в ходе проведения биржевых торгов в условиях реального времени.

С развитием интернета необходимость физического присутствия в зоне проведения торгов (на территории фондовой биржи) практически отсутствует. Кроме того, благодаря современным средствам коммуникации участники торгов владеют полной информацией относительно факторов, влияющих на состояния тех или иных ценных бумаг. Существующие возможности позволяют оперативно принимать решения на покупку (продажу) тех или иных активов на основании собственного опыта, прогнозирования на основании существующих методик оценки риска портфеля, а также при помощи специальных биржевых программ, выступающих в роли систем поддержки принятия решения.

Существует достаточное множество факторов, которые оказывают существенное влияние на движение ценных бумаг. К ним можно отнести:

- ◆ состояние мировой экономики и основных биржевых индикаторов, индексы ведущих бирж мира и т.д.;
- ◆ годовую (квартальную) отчетность компании;
- ◆ публикацию рейтинговых агентств;
- ◆ информацию о состоянии дел в смежных компаниях;
- ◆ кадровую политику компаний;
- ◆ инсайдерскую информацию и многое другое.

Кроме того, на акции крупных компаний, существенная доля которых принадлежит государству, косвенное влияние оказывает понижение или повышение рейтинга самого государства. По аналогичной схеме может происходить движение ценных бумаг крупных акционеров.

Существующая проблема сводится к оптимизационной задаче большой размерности с нелинейной целевой функцией и нелинейными ограничениями. Кроме того, предъявляются очень высокие требования по оперативности принятия решения. Из всего многообразия ценных бумаг на фондовой бирже трейдеру необходимо по каждой определить точку входа (покупки) или точку выхода (продажи) с рассчитанной вероятностью доходности. В данном случае добавляется фактор риска. Можно существенно увеличить размер портфеля, играя на акциях с высокой степенью риска, или в значительно меньшей степени обеспечить рост портфеля, но постараться минимизировать риски. Биржевые стратегии предполагают участие во всех видах вложения одновременно с целью как сохранения, так и увеличения капитала.

Исходя из анализа исходных данных, можно сделать предварительный вывод, что генетические алгоритмы оптимизации имеют полный набор инструментов для решения поставленной задачи и обладают целым рядом преимуществ по сравнению с точными методами оптимизации типа метода ветвей и границ.

Предварительный анализ показывает, что с возрастанием размерности задачи необходимо применять генетические алгоритмы оптимизации (рис. 1) [1].

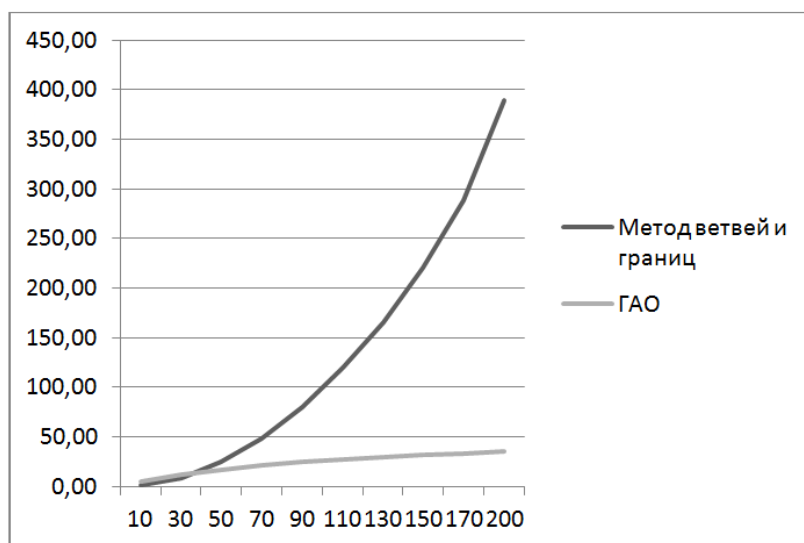


Рис. 1. Оценка эффективности применения исследуемых методов с возрастанием размерности задачи

Генетический алгоритм – это специальный алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путем последовательного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, напоминающих биологическую эволюцию. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора «скрещивания», который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов, роль которой аналогична роли скрещивания в живой природе [2].

Генетические алгоритмы не критичны к размерности задачи и виду целевой функции, которая может быть нелинейной, разрывной, недифференцируемой и многоэкстремальной. Поиск оптимального решения в них осуществляется путём прямого манипулирования с совокупностью из нескольких допустимых решений, образующих популяцию, каждое из которых закодировано в двоичном виде. Неявный параллелизм ГАО позволяет ему тестировать и использовать большое количество областей в пространстве решений, работая с относительно небольшим числом вариантов решений. Такой подход позволяет резко (в ряде случаев – на несколько порядков) сократить время решения задач и обеспечить высокое качество результата – получить оптимальное решение (или близкое к оптимальному, если требования по оперативности очень высоки) [3].

Особенностью применения генетических алгоритмов оптимизации является качество начального решения. Чем оно выше, тем быстрее можно попасть в область рациональных решений. На практике часто используют комбинированные алгоритмы, т.е. исходная информация для генетических алгоритмов оптимизации появляется после завершения работы различных эвристических методов [4]. В данном примере начальное решение можно построить любым из известных методов во время, пока фондовые рынки не ведут торговлю. Для продолжения вычислений и повышения размера своего капитала в качестве исходной информации (начального решения) можно использовать уже существующий портфель ценных бумаг, который аргіогі должен быть неплохим.

В соответствии с особенностью генетических алгоритмов оптимизации, все вновь получаемые решения уже будут находиться в области допустимых значений. Обязательным к выполнению требованием является разделение ценных бумаг на группы, в соответствии со степенью риска (данное условие является элементом исходных данных так же, как и определение степени риска каждого актива). В случае, когда требования по оперативности не являются очень высокими, например, использование уникальной инсайдерской информации, можно получить близкое к оптимальному решение, закрепить определенные значения (явные преимущества на основании полученной информации) и позволить механизму генетических алгоритмов оптимизации заполнить оставшиеся элементы решения.

Механизм использования инсайдерской информации очень близок по своему существу к существующему механизму мутации генетических алгоритмов оптимизации: резкое изменение параметров решения или переход к новой области поиска рациональных решений.

Классическими же инструментами генетических алгоритмов оптимизации являются различные механизмы скрещивания. Получение новых решений можно осуществлять разделением ценных бумаг по степени риска, в том числе с задаваемой границей возможного изменения как вверх, так и вниз. Для каждой из существующих групп риска задается предполагаемое вероятностное значение получаемой прибыли, кроме того на задачу в целом накладываются требования получения максимальной прибыли с заданной вероятностью.

На рис. 2 представлен обобщенный алгоритм реализации поставленной задачи с применением генетических алгоритмов оптимизации.

На первом шаге работы алгоритма происходит уточнение исходных данных, обновление информации и ввод ее в программу. В дальнейшем осуществляется запуск процедур генетических алгоритмов оптимизации. В зависимости от заданных в начальных условиях требований по оперативности происходит определенное количество итераций по поиску рациональных вариантов заполнения портфеля ценных бумаг. Отличительной особенностью генетических алгоритмов оптимизации является возможность получения более качественного решения уже после проведения первых итераций.

На данном этапе осуществляется проверка выполнения условий получения максимальной прибыли при заданных ограничениях по степени риска различных групп ценных бумаг. Решения, не удовлетворяющие ограничениям по степени риска, исключаются из работы алгоритма. В случае, когда максимальное значение получается при двух и более решениях, выбирается вариант с меньшей степенью риска.

В дальнейшем с заданной частотой проводится проверка на возможность выхода из программы. В том случае, если время, отведенное на работу алгоритма, истекло, происходит формирование портфеля на основании полученных результатов. В противном случае – возвращение к работе генетических алгоритмов оптимизации. Кроме того, если после заданного количества итераций полученное рекордное решение не улучшается, осуществляется запуск процедур мутации, направленный на выход из локального экстремума.



Рис. 2. Обобщенный алгоритм формирования портфеля ценных бумаг с применением генетических алгоритмов оптимизации

Выход из программы может быть осуществлен досрочно в том случае, если полученное на ранних итерациях решение не улучшается, в том числе не снижается степень риска выбранного портфеля ценных бумаг.

Таким образом, в данной работе предложен подход к решению класса задач, определенных нелинейной целевой функцией и нелинейными ограничениями на принципах генетических алгоритмов оптимизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дружинин М.А. Сборник материалов тринадцатой Междунар. науч.-практ. конф. «Управление качеством» // ПРОБЕЛ-2000, МАТИ, 2014. – С. 109-110.
2. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. – М.: Физматлит, 2006. – 318 с.
3. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Дружинин М.А. Генетические алгоритмы поиска в задачах оптимизации систем сетцентрического управления специального назначения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 5 (118). – С. 153-159.
4. Белевцев А.М., Дружинин М.А. Разработка и исследование адаптивного поискового алгоритма для решения многоэкстремальных задач оптимизации информационных процессов в информационных системах с распределенной обработкой данных // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2013. – № 5 (130). – С. 162-165.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Петраков.

Белевцев Андрей Михайлович – Научно-исследовательский институт технологий нового поколения; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 121522, г. Москва, ул. Оршавская, 3; тел.: 89037691788; директор; д.т.н.; профессор.

Дружинин Михаил Александрович – 3 ЦНИИ Минобороны России (3 Центральный научно-исследовательский институт Минобороны России); e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 107564, Москва, Погонный пр-д, 10; тел.: 89261334779; заместитель начальника отдела.

Belevtsev Andrey Michailovich – Research institute of the new generation of Technologies; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 3, Orshavckay street, Moscow, 121522, Russia; phone: +79037691788; director; dr. of eng. sc; professor.

Druzhinin Mihail Aleksandrovich – 3 the Central Scientific Research Institute of the Ministry of Defence of the Russian Federation; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 10, Pogonny'j, Mockow, 107564, Russia; phone: +79261334779; deputy division chief.

УДК 681.3.06:681.323(519.6)

А.Н. Голиков

КУСОЧНО-ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЕ НЬЮТОНОВСКОЕ ПРИБЛИЖЕНИЕ ФУНКЦИЙ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ, ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ И ДВОЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ ПО КРУГОВОМУ СЕКТОРУ

Излагается кусочно-интерполяционная схема приближения действительных функций двух действительных переменных на круговом секторе интерполяционными многочленами Ньютона с прямоугольной системой узлов в полярной системе координат с началом в центре сектора. Приближение строится на равномерном разбиении исходной области двумя семействами параллельных прямых таких, что прямые из разных семейств взаимно перпендикулярны. В каждой такой подобласти в узлах, расположенных с постоянным шагом вдоль координатных осей, строится интерполяционный многочлен Ньютона. Многочлен преобразуется к каноническому виду, после чего используется для численного дифференцирования и интегрирования приближаемой функции. Степень многочлена и мелкость разбиения исходной области выбираются алгоритмически минимальными так, чтобы дос-