

УДК 656.131:330.46

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ
И УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ**

© 2015 г. *М. Р. Караева, Н. В. Напхоненко*

*Южно-Российский государственный политехнический университет
(Новочеркасский политехнический институт)*

Обоснованы преимущества и перспективы применения генетического алгоритма с целью оптимизации процесса организации и управления пассажирскими перевозками в условиях больших городов.

Ключевые слова: организация перевозок; модели оптимизации; генетический алгоритм; хромосома; ген; популяция; оператор случайных изменений.

Authors present a well-founded reasons for the efficient using of the genetic algorithm for the optimizing the processes of passenger motor transportation system's organization and management in the city, and the prospects for using it in future.

Key words: organization of the transportation; optimization models; genetic algorithm; chromosome; gen; population; accidental change operator.

С целью достижения максимальной эффективности решения задач оптимизации процесса организации и управления автобусами в больших городах и мегаполисах особенно актуально встает проблема выбора количества учитываемых при моделировании и оптимизации параметров и числа возможных состояний системы. Это связано с тем, что такая сложная система, как пассажирские перевозки в крупном городе может быть описана с учетом сотен значимых параметров и состояний, что диктует необходимость упрощения задачи, ее декомпозицию и уменьшение числа учитываемых показателей. Существующие модели в большинстве своем опираются на хорошо разработанный и дающий точные результаты аппарат исследования операций и моделирования систем, а также на статистические методы оптимизации и моделирования. Однако в условиях поставленной задачи подобные методы неприменимы по причине «проклятия размерности».

Модели оптимизации подобных систем, как правило, относятся к классу комбинатор-

ных, где решение может быть выбрано из конечного множества возможных вариантов. Однако большое количество ограничений и сложный вид целевой функции затрудняют решение задачи в комбинаторной постановке по причине «проклятия размерности» [1].

Известные подходы к решению подобных задач заключаются в том, что в их постановку либо вводятся допущения в целях ее упрощения и уменьшения размерности и тогда она сводится к известным задачам комбинаторной оптимизации, либо выполняется разбиение задачи на этапы и для каждого из них определяются частные подзадачи и частные целевые функции. Решение может быть получено в результате итерационного выполнения этапов и решения частных подзадач на каждой стадии. В результате при таких подходах полученные решения являются приближенными, а процесс получения решения — достаточно трудоемкий.

Другим вариантом является применение современных методов поиска, в частности генетических алгоритмов [1; 3]. Главной осо-

бенностью таких алгоритмов является возможность при оптимизации, во-первых, использовать целевую функцию, а не ее оценки или приближения, а во-вторых, учитывать необходимое количество ограничений. В процессе работы генетический алгоритм (ГА) обрабатывает множества альтернативных решений, организуя поиск перспективных вариантов с точки зрения используемого функционала и ограничений.

На основе расчета целевой функции и анализа вербальных показателей были сформулированы следующие ограничения:

— количество подвижного состава на линии не должно превышать общего количества автобусов в парке;

— количество мест в автобусах на линии не должно превышать номинального их количества для автобусов, имеющих в парке;

— продолжительность работы маршрута в сутки не должна быть меньше 6 часов и превышать 16 часов;

— время пребывания автобуса в наряде не должно быть меньше 8 часов и больше 12 часов;

— обязательное прохождение автобусом, начиная с начальной остановки через все последующие остановки маршрута;

— минимальное время пассажирообмена на остановочных пунктах не должно превышать время, отведенное по графику;

— время перемещения автобуса между остановками должно быть больше минимально допустимого ПДД и безопасного движения и меньше максимально допустимого времени, обеспечивающего качество обслуживания.

Для решения поставленной задачи оптимизации процесса организации и управления пассажирскими перевозками предлагается использовать генетический алгоритм, адаптированный к условиям поставленной задачи. При этом необходимо рассмотреть понятия хромосомы, гена, популяции, а также операторов случайных изменений [4].

В качестве хромосомы рассматривается вариант решения задачи, состоящий из элементов решения — генов. Множество вариантов решения составляют популяцию

Гены γ_j представляют собой векторы, сформированные из соответствующего по-

казателя и представленного в двоичной форме. Длина вектора определяется исходя из количества двоичных бит, необходимого для представления показателя: $\gamma_j = \text{bin}(p_s^i)$, здесь $\text{bin}(arg)$ — функция преобразования аргумента arg , указанного в скобках, к двоичному виду; j — порядковый номер гена в хромосоме; i — номер генной группы; s — индекс показателя в соответствующем множестве показателей.

Для решения задачи оптимизации процесса организации и построения хромосомы в качестве входных параметров нами использованы:

— время начала движения каждого автобуса на линии;

— условный номер остановки начала движения;

— количество совершаемых рейсов за время в наряде;

— количество подвижного состава на линии.

С учетом этих параметров предложенная хромосома A будет иметь вид:

$$A = (\alpha^1, \beta^1, \delta^1, \gamma_{1,2}^1, \gamma_{2,3}^1, \dots, \gamma_{i,j}^1, \dots, \gamma_{i-1}^1, k, \mu_i^1; \alpha^v, \beta^v, \delta^v, \gamma_{1,2}^v, \gamma_{2,3}^v, \dots, \gamma_{i,j}^v, \dots, \gamma_{i-1}^v, k, \mu_j^v; \alpha^z, \beta^z, \delta^z, \gamma_{1,2}^z, \gamma_{2,3}^z, \dots, \gamma_{i,j}^z, \dots, \gamma_{i-1}^z, k, \mu_{k-1}^z).$$

Так, ген $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, несет информацию о количестве рейсов, ген $\beta = (\beta_1^{z,N}, \beta_2^{z,N}, K, \beta_{14}^{z,N})$ определяет начало движения z -го автобуса в часах за N -й рейс; ген $\delta = (\delta_1^{z,N}, \delta_u^{z,N}, K, \delta_h^{z,N})$ определяет начало движения z -го автобуса в минутах за N -й рейс.

Гены:

$$\gamma_{1,2}^{z,N} = ({}^l\gamma_{1,2,1}^{z,N}, {}^l\gamma_{1,2,2}^{z,N}, {}^l\gamma_{1,2,3}^{z,N}), K,$$

$$\gamma_{j,i+1}^{z,N} = ({}^l\gamma_{j,i+1,1}^{z,N}, {}^l\gamma_{j,i+1,2}^{z,N}, {}^l\gamma_{j,i+1,3}^{z,N}), K,$$

$$\gamma_{k-1,k}^{z,N} = ({}^l\gamma_{k-1,k,1}^{z,N}, {}^l\gamma_{k-1,k,2}^{z,N}, {}^l\gamma_{k-1,k,3}^{z,N})$$

представляют собой векторы временных интервалов прохождения участков маршрута z -ым автобусом N -го рейса, где $i = \overline{1, k}$. Ген $\mu = (\mu_1^{z,N}, \mu_2^{z,N}, K, \mu_i^{z,N}, \mu_k^{z,N})$, задает место начала движения z -го автобуса в N -й рейс.

Сравнение хромосом осуществляется следующим образом: из анализируемой популяции $P = ({}^lA, K, {}^vA, K, {}^zA)$ лучшей считается хромосома lA с наименьшей величиной нарушения ограничений $\Delta({}^lA)$, а среди хромосом с равными нарушениями ограничений выби-

рается хромосома с меньшим значением целевой функции $F(A)$.

Для конструирования ГА разработаны [2; 3] операторы случайных изменений, которые преобразуют хромосомы, выполняют анализ новых хромосом и производят отбор перспективных для развития хромосом. При реализации ГА применительно к поставленной задаче необходимо уточнить и конкретизировать используемые операторы. В качестве операторов репродукции использованы двухродительский, многородительский кроссинговер а в качестве операторов мутации применяется многоточечная мутация [3].

Кроме этого при конструировании ГА следует включить операторы, которые совершают случайные изменения, затрагивающие не всю хромосому, а один определенный ген. Необходимость разработки таких операторов возникла в процессе проведения численных экспериментов с ГА. Это связано с тем, что на завершающей стадии работы алгоритма, когда получены хромосомы, соответствующие близким к оптимальным решениям, целесообразно провести изменения над одним геном.

Таким образом, получена структура хромосомы, которая представляет собой закодированный вариант движения автобуса по маршруту за время в наряде. Каждая хромосома характеризуется величиной нарушения ограничений и значением целевой функции.

Литература

1. *Mühlenbien H.* How genetic algorithms really work: Mutation and Hillclimbing. // *Parallel Problem Solving from Nature.* — 1992. — Vol. 92. — Pp. 15–25.
2. *Еремеев А. В.* Разработка и анализ генетических и гибридных алгоритмов для решения задач дискретной оптимизации: Автореф. дисс. ... канд. физ.-мат. наук. — Омск, 2000.
3. *Курейчик В. М.* Генетические алгоритмы. Состояние. Проблемы. Перспективы. // *Изв. РАН. Теория и системы управления.* — 1999. — №1.
4. *Ракитянская А. Б., Ротштейн А. П.* Генетический алгоритм диагностики на основе нечетких отношений. // *Изв. РАН. Теория и системы управления.* — 2001. — №5.

Поступила в редакцию

14 января 2015 г.



Марина Руслановна Караева — аспирантка кафедры «Производственный и инновационный менеджмент» ЮРГТУ (НПИ). Автор работ по проблемам развития городского пассажирского транспорта. Научный руководитель — профессор Н. В. Напхоненко.

Marina Ruslanovna Karayeva — postgraduate student at SRSTU (NPI) «Production Management and Management of the Innovations» department. Author's works are devoted to problems of developing city's passenger transportation. Research supervisor — professor N. V. Napkhonenko.

346428, г. Новочеркасск, ул. Троицкая, д. 126, кв. 111
126 Troitskaya st., app. 111, 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (989) 613-66-62; e-mail: karaevamarina@rambler.ru



Наталья Васильевна Напхоненко — кандидат экономических наук, профессор кафедры «Инновационный и производственный менеджмент» ЮРГТУ (НПИ). Автор исследований по проблемам экономики и организации производства, экономике автомобильного транспорта, производственного менеджмента.

Natalia Vasilievna Napkhonenko — Ph.D., Candidate of Economics, professor of SRSTU (NPI) «Production Management and Management of the Innovations» department. Author of numerous research works, dedicated to problems of economics and production organization, economy of motor transportation, production management.

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132
132 Prosveshcheniya st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia
Тел.: +7 (8635) 25-50-45; факс: +7 (8635) 22-72-69; e-mail: econ-en@mail.ru