

**Ivanov Yuriy Ivanovich** – Scientific-Educational Center "Intelligent Control Systems"; e-mail: director@noc-isu.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371773; director; associate professor.

**Finaev Valery Ivanovich** – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education "Southern Federal University"; e-mail: finaev\_val\_iv@tsure.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371773; the department of automatic control systems; head of the chair; dr. of eng. sc.; professor.

**Cheremushkin Vladimir Alexandrovich** – e-mail: vacherem@list.ru; the department of automatic control systems; engineer.

УДК 519.852:656.2

**И.С. Коберси, Д.В. Шкуркин**

### **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ**

*Рассматриваются описание и классификация транспортных задач, проведены оптимизации классических алгоритмов и выявлены их недостатки на системном уровне, указывая на то, что решение задач большой размерности точные методы являются не эффективными по критериям скорости принятия решения. В связи с их большими временными затратами, исходя из этого в работе предложены генетические алгоритмы и нечеткие системы в отдельности или применения нечетких генетических алгоритмов для решения транспортных задач, отличающиеся от существующих методов оптимизации простотой реализации и алгоритмизации процесса управления в условиях неполноты данных и экономического риска.*

*Транспортная задача; алгоритм; нечеткая система.*

**I.S. Kobersy, D.V. Shkurkin**

### **APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS FOR OPTIMIZATION OF TRANSPORT PROBLEMS**

*The article deals with the the description and classification of transport problems, made of the description of classical algorithms and their shortcomings identified at the system level, indicating that the solution of large-scale problems exact methods are not effective-governmental criteria for the rate decision. Due to their more time-spending, based on this paper we propose a genetic algorithms and fuzzy system basis or application of fuzzy genetic algorithms for solving transport problems, which differ from existing methods of optimization and ease of implementation of the algorithmic process control with incomplete data for Economic and risk.*

*The transportation problem; algorithm; fuzzy system.*

Логистика – важная область жизнедеятельности человека. Перевозка людей и грузов (от пищевых до промышленных) – это неотъемлемая часть жизни современного человека. Необходимость решения транспортных задач, с минимизацией издержек на перевозку, определяется экономическим эффектом при нахождении лучшего решения, так как это увеличивает прибыль предприятия [1].

Известно, что классические алгоритмы не имеют возможности распараллеливания и имеют экспоненциальный рост времени выполнения от размерности задачи. То есть количество математических действий (команд) растет экспоненциально, а развитие процессорных элементов (увеличение тактовой частоты, уменьшение количества тактов выполнения команд, задержка на выборку данных из памяти) не компенсируют растущие (с увеличением размерности задачи) потребности классических алгоритмов. Точные методы решения транспортных задач (ТЗ), позво-

ляют найти решение только для задач с малым количеством клиентов. Для решения задач большой размерности точные методы являются неэффективными в связи с их большими временными затратами. Однако именно сейчас требуется эффективные алгоритмы решения задач большой размерности, так как в настоящее время наблюдаются процессы глобализации в экономике. Это приводит к необходимости планирования транспортных операций с большим количеством клиентов, т.е. к ТЗ большой размерности. Таким образом, решение ТЗ большой размерности является актуальной задачей. Одним из классов ТЗ является ТЗ с ограничением по времени. Данный класс задач является сложным для решения, но необходимым и широко применяемым на практике. Моделью ТЗ с ограничением по времени описываются: банковские и почтовые доставки, перевозка людей, сбор промышленных и бытовых отходов, доставка продуктов, доставка топлива и материалов на предприятия [1, 2].

Рассмотрим оптимизацию работы транспортной логистики компании внутреннего распределения, где требуется только автомобильный транспорт и/или железнодорожный с применением теории оптимизации основополагающей на применение искусственного интеллекта. Но для начала представим принципиальную схему организации перевозки груза.

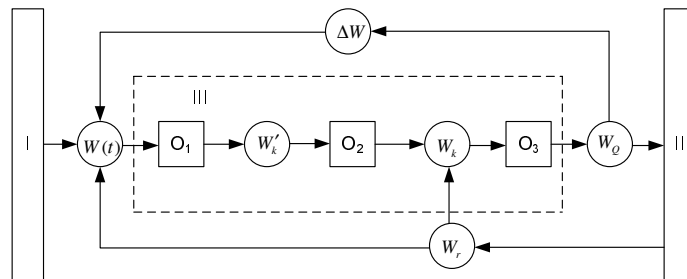


Рис. 1. Принципиальная схема организации перевозки груза

Здесь обозначено: I – грузообразующий пункт; II – грузопоглащающий пункт; III – перевозочный комплекс;  $W(t)$  – грузопоток перевозочного комплекса;  $W_Q$  – транспортная продукция;  $W_p$  – потребности грузополучателя;  $W'_k$  – плановая провозная возможность перевозочного комплекса;  $W_k$  – фактическая провозная возможность перевозочного комплекса;  $O_1, O_2, O_3$  – операторы.

Под грузообразующими пунктами понимаются предприятия и организации всех отраслей народного хозяйства, с которых вывозится их продукция и отходы.

Под грузопоглащающими пунктами понимаются предприятия и организации всех отраслей народного хозяйства, на которые завозится сырье, топливо, материалы, готовая продукция и другие грузы, необходимые для их нормальной производственной деятельности.

Расположение грузообразующих и грузопоглащающих пунктов определяется, с одной стороны, природными условиями, а с другой – более или менее случайными факторами.

В данной принципиальной схеме можно выделить два контура. 1 – количество груза, доставленного грузополучателю  $W_Q$ , должно соответствовать грузопотоку перевозочного комплекса  $W(t)$ . Разница между входом и выходом  $\Delta W = W(t) - W_Q$  подается по цепи обратной связи на грузообразующий пункт и через оператора  $O_1$  изменяет плановую величину провозной возможности перевозочного комплекса. Оператор  $O_1$  приводит в соответствие связь между грузопотоком и провозной возможностью перевозочного комплекса. Планируемая величина его провозной возможности  $W'_k$  в свою очередь преобразуется в действительную провозную возможность  $W_k$  с помощью оператора  $O_2$ .

Второй контур представляет собой изменение в объеме перевозок, связанные со спросом получателя на данную продукцию (груз). Свои потребности он подает в виде заказов по другой цепи связи на грузообразующий пункт и на перевозочный комплекс. Изменение потребности получателя в данном грузе влияет на действительную провозную возможность, что отражается, прежде всего, на выходе системы. Это действие выполняется оператором  $O_3$ .

Независимыми переменными будут являться производительность грузообразующего пункта и потребность получателя, которые могут принимать произвольные значения.

При определении затрат, связанных с выполнением перевозочного процесса, необходимо учитывать технико-экономические показатели используемого подвижного состава, расстояние транспортирования, затраты, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ, с повреждением и потерей груза, с нарушением срока доставки груза и др.

На рис. 2 показан линейный граф перевозочного процесса, отображающий в более простом виде структуру взаимосвязи и отношения как между компонентами перевозочного комплекса, так и между транспортным комплексом и средой [1–3].

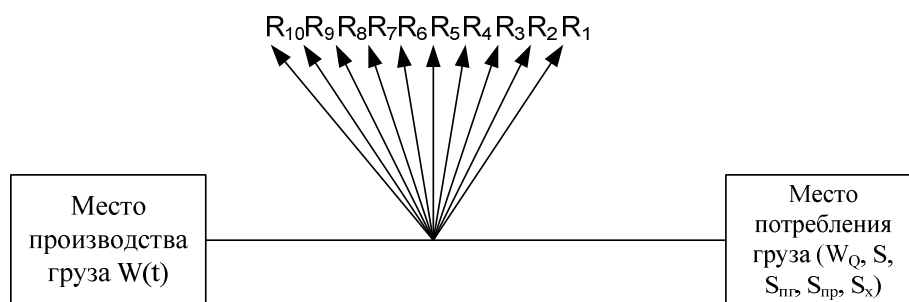


Рис. 2. Линейный граф перевозочного процесса:

где  $W(t)$  – грузопоток, т;  $W_Q$  – транспортная продукция, т;  $S_{п.г}$  – себестоимость подготовки груза к перевозке, руб/т;  $S$  – себестоимость транспортирования, руб./т;  $S_{п.р}$  – себестоимость погрузочно-разгрузочных работ, руб./т;  $S_x$  – себестоимость складирования груза, руб./т;  $R_1$  – затраты, связанные с увеличением расстояния транспортирования груза, руб.;  $R_2$  – затраты из-за несоответствия подвижного состава роду и характеру перевозимого груза, руб.;  $R_3$  – затраты, связанные с повреждением и потерей груза, руб.;  $R_4$  – затраты, связанные с выполнением дополнительных погрузочно-разгрузочных работ, руб.;  $R_5$  – затраты, связанные с дополнительным хранением груза, руб.;  $R_6$  – затраты, связанные с инерционностью перевозочного процесса, руб.;  $R_7$  – затраты, связанные с увеличением себестоимости транспортирования, руб.;  $R_8$  – затраты, связанные с увеличением себестоимости погрузочно-разгрузочных работ, руб.;  $R_9$  – затраты, связанные с увеличением себестоимости подготовки груза к перевозке, руб.;  $R_{10}$  – затраты, связанные с увеличением себестоимости складирования груза, руб.

На рис. 1, 2, показаны классические схемы транспортной задачи, требующие оптимизации для достижения экономических целей, как было сказано выше, если представить перевозочный процесс в виде линейного графа с  $n$ -вершинами, то такую задачу можно преобразовать в чисто техническую, применяя современные методы оптимизации с применением искусственных технических средств (эволюционных вычислений) оптимизации линейных графов.

Такой подход можно применить используя два известных аспекта: первым аспектом являются нечеткие системы для описания входных переменных для решения задачи работы системы в условиях экономического риска и технической неопределенности; второй аспект представляет собой генетические алгоритмы для выполнения процесса оптимизации системы, функционирующей в вышеперечисленных условиях. Эволюционные вычисления применяются для общего описания алгоритмов поиска, оптимизации или обучения, основанных на формализованных принципах естественного эволюционного процесса. Эволюционные методы предназначены для поиска предпочтительных решений и основаны на статистическом подходе к исследованию ситуаций и итерационному приближению к искомому состоянию систем.

В отличие от точных методов математического программирования, эволюционные методы позволяют находить решения близкие к оптимальным за приемлемое время, а в отличие от известных эвристических методов, оптимизации характеризуются существенно меньшей зависимостью от особенностей приложения. Решения могут по определенному правилу порождать новые решения, которые будут наследовать лучшие черты своих «предков».

В качестве случайного элемента в методах эволюционных вычислений используется моделирование процесса мутации. С его помощью характеристики того или иного решения могут быть случайно изменены, что приведет к новому направлению в процессе эволюции решений и может ускорить процесс выработки лучшего решения [4–6].

Эволюционные методы поиска оптимальных решений являются актуальными для решений задач с набором статистических данных. В условиях неопределенности и риска данные методы практически не применяются и имеют следующие недостатки, а именно:

- ◆ эвристический характер эволюционных вычислений не гарантирует оптимальности полученного решения;
- ◆ относительно высокая вычислительная трудоемкость, которую можно преодолеть за счет распараллеливания на уровне организации эволюционных вычислений и на уровне их непосредственной реализации в вычислительной системе;
- ◆ относительно невысокая эффективность на заключительных фазах моделирования эволюции (операторы поиска в эволюционных алгоритмах не ориентированы на быстрое попадание в локальный оптимум);
- ◆ нерешенность вопросов самоадаптации.

Для решения вышеперечисленных задач транспортной логистики предлагается разработать новую структуру алгоритма принятия решений, способного функционировать в условиях риска и неопределенности [5, 6].

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фейгенбаум А.* Модели и методы теории логистики: Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1986. – 471 с.
2. *Зондберг Л.* Транспортная логистика начинается с доставки // *Логинфо.* – 2003. – № 7-8. – С. 36.
3. *Харрингтон Дж.* Управление качеством грузоперевозок в американских корпорациях: Сокр. пер. с англ. – М.: Экономика, 1980. – 272 с.
4. *Емельянов В. В., Курейчик В. В., Курейчик В. М.* Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с.
5. *Коберси И. С., Белоглазов Д. А., Финаев В. И.* Разработка регулятора для управления плохо формализованными техническими объектами. Шестая всероссийская конференция «Необратимые процессы в природе и технике». Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, 2011. – С. 122-125.
6. *Коберси И. С., Белоглазов Д. А.* Генетический алгоритм обучения нейро-нечетких сетей // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2011. – № 2 (115). – С. 173-180.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Е. Золотовский.

**Коберси Искандар Сулейман** – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: iskobersi@gmail.com; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: +79518382131; кафедра систем автоматического управления; к.т.н.; ассистент.

**Шкуркин Дмитрий Владимирович** – e-mail: dmitry.shkurkin@gmail.com; тел.: +79525788538; кафедра систем автоматического управления; аспирант.

**Kobersy Iskandar Souleiman** – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: iskobersi@gmail.com; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79518382131; the department of automatic control systems; assistant.

**Shurkin Dmitry Vladimirovich** – e-mail: dmitry.shkurkin@gmail.com; phone: +79525788538; the department of automatic control systems; postgraduate student.

УДК 14.2.6

**Ф.А. Махмудлу**

### **О БИСПЕКТРАЛЬНОМ ВЕЙВЛЕТНОМ АНАЛИЗЕ ДАННЫХ**

*Рассматривается вопрос об ассоциативном отображении гиперспектрального анализа на такие принципиальные явления как временная динамика фазовой связи между компонентами в сигналах, выделять в наборах пространственно-временных данных взаимосвязанные и независимые структуры, а также коротко живущие структуры. Это даст возможность идентифицировать индикаторные признаки для целей распознавания как отдельных сегментов подстилающей поверхности, так и их корреляцию по их биоспектральному вейвлетному анализу.*

*Гиперспектральный анализ; распознавание; дистанционное зондирование объектов.*

**F.A. Mahmudlu**

### **ABOUT BISPECTRAL WAVELET ANALYSIS OF DATA**

*The article discusses the associative mapping hyper-spectral analysis of such fundamental phenomena as the temporal dynamics of phase coupling between the components in the signals to provide a set of spatial and temporal data related and independent entities, as well as short-lived structures. This will enable the identification of indicator features for recognition as separate segments of the underlying surface, and their correlation to their biospektral wavelet analysis.*

*Hyper-spectral analysis; pattern recognition; remote sensing facilities.*

В настоящее время для того чтобы иметь полную и достоверную информацию при распознавании объектов земной поверхности, получили развитие методы дистанционной индикации растительности, почв экосистем и геосистем [1–4]. Однако эффективность применения данных дистанционного зондирования (ДЗ) в практических целях значительно зависит от однозначной и достоверной интерпретации взаимосвязей между дешифровочными признаками и многочисленными природными факторами.

Направление исследований подобных взаимосвязей получило название геоиндикационное моделирование [5]. В этом случае под геоиндикатором в процессе распознавания гиперспектрального изображения понимается любой признак, описывающий природные характеристики исследуемой местности, с помощью которого на аэрокосмическом изображении с определенной достоверностью можно говорить о наличии того или иного класса объектов поверхности Земли.