

УДК 681.142

**А.М. Белевцев, М.А. Дружинин****РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ПОИСКОВОГО  
АЛГОРИТМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗАДАЧ  
ОПТИМИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ  
ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ**

*Рассматривается создание информационно-вычислительных систем, использование которых позволяет объединить разрозненные источники данных. С увеличением размерности системы и (или) с возрастанием требований по оперативности необходимо уметь правильно выбирать метод для решения поставленной оптимизационной задачи. Каждый из существующих методов обладает своими преимуществами и недостатками, причем в силу сложности обстановки, не сразу ясно, какой из них лучше (предпочтительнее) других и почему. С целью прояснить обстановку и сравнить между собой по ряду признаков различные варианты решения организуется серия математических расчетов. Для исследования данной задачи рассматриваются вопросы разработки и исследования адаптивного поискового алгоритма для решения многоэкстремальных задач оптимизации информационно-вычислительных процессов в системах с распределенной обработкой данных.*

*Генетические алгоритмы оптимизации; распределённая обработка; адаптивный поисковый алгоритм.*

**A.M. Belevtsev, M.A. Druzhinin****ELABORATION AND RESEARCH OF ADAPTABLE SEARCH ALGORITHM  
FOR SOLUTION MULTI-EXTREME INFORMATION PROCESS  
OPTIMIZATION PROBLEMS IN DISTRIBUTED DATA PROCESSING  
SYSTEMS ARE CONSIDERED**

*Solving the problems of automation of plenty different information-computing process provides elaboration of information-computing systems which can unite separate source of data. Increasing requirements to efficiency, it is necessary to make a right choice of the method of solving the optimization problem. There are advantages and disadvantages and it is hard to distinguish which is the best to use. To clean the situation and to compare different methods there is a series of mathematical calculations. Therefore elaboration and research of adaptable search algorithm for solution multi-extreme information process optimization problems in distributed data processing systems are considered.*

*Genetic optimization algorithms; distributed processing; adaptable search algorithm.*

Решение задач автоматизации целого спектра разнообразных информационно-вычислительных процессов предусматривает создание информационно-вычислительных систем, использование которых позволяет объединить разрозненные источники данных, выполнять ввод, классификацию, кодирование и всестороннюю математическую обработку информации, организовать ее передачу и хранение, представлять результаты анализа в удобном для оператора виде. Наличие такого мощного инструмента автоматизации позволяет сократить число рутинных процедур, обеспечивает необходимые условия для проведения научных исследований, оптимизации технологических процессов и создания новых, более совершенных форм их организации.

В настоящее время, благодаря прогрессу в развитии средств вычислительной техники и информационных технологий, широкое распространение получили информационно-вычислительные процессы, особенностью которых является то, что их маршруты могут формироваться (вычисляться) как заранее, так и последовательно в процессе их обслуживания.

Собственно информационно-вычислительные системы представляют собой сложные программно-аппаратные комплексы. Поэтому применение алгоритма оптимизации для рациональной организации информационно-вычислительных процессов зависит от сложности системы, ее разнородности, архитектуры и степени ее распределенности по территории. Кроме того, при решении ряда задач необходимо учитывать фактор расширения системы за счет повышения количества абонентов (узлов) и появления в ней новых дополнительных технологических процессов. На многие системы управления накладываются определенные специфические требования:

- ◆ обеспечение непрерывного, устойчивого управления;
- ◆ высокая надежность работы (дублирование) технических средств управления;
- ◆ наличие высокоскоростной коммуникационной среды;
- ◆ наличие распределенной программной среды, необходимой для реализации гибкой технологии распределенной обработки информационно-вычислительных процессов, циркулирующих в системе управления.

Наиболее подходящим формальным аппаратом для решения оптимизационных задач в системах управления являются оптимизационные модели, апробированные на задачах оптимизации больших систем с распределенной обработкой данных (СРОД) [1, 2]. Для поиска рациональных вариантов построения и организации функционирования СРОД строятся математические модели в форме задач целочисленного математического программирования. Для больших систем управления такие модели, как правило, имеют значительную размерность и являются нелинейными.

В то же время ряд оптимизационных задач в системах управления можно свести к решению известных задач (транспортные задачи, разнообразные задачи на графах и т.д.).

Еще одним из подходов является развиваемый в последние годы эволюционно-генетический подход, который даёт возможность строить алгоритмы поиска оптимальных решений в рассматриваемых задачах, называемые генетическими алгоритмами оптимизации (ГАО), на основе моделирования биологических механизмов популяционной генетики. Основные идеи и принципы построения ГАО были сформулированы лишь в конце прошлого века (Д. Холланд, Д. Гольдберг). Однако быстро была распознана перспективность эволюционно-генетического подхода, что послужило развёртыванию исследований в данном направлении.[3]

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).

С увеличением размерности системы и (или) с возрастанием требований по оперативности необходимо уметь правильно выбирать метод для решения поставленной оптимизационной задачи. Каждый из существующих методов обладает

своими преимуществами и недостатками, причем, в силу сложности обстановки, не сразу ясно, какой из них лучше (предпочтительнее) других и почему. С целью прояснить обстановку и сравнить между собой по ряду признаков различные варианты решения организуется серия математических расчетов.

В принципе, вероятностные характеристики применения различных методов могли быть получены из статистики, если бы исследуемая информационно-вычислительная система (или аналогичная ей) уже существовала и функционировала достаточно долгое время. Но чаще всего таких данных нет, или система настолько быстро увеличивается и (или) видоизменяется, что существующая по ней статистика уже не применима в полном объеме.

Для проведения экспериментов по оценке оптимизационной задачи для каждой конкретной системы управления необходимо определиться с набором параметров, применяемых при анализе выбранного метода. Ими могут являться:

- ◆ размерность матрицы решений (количество абонентов, количество кластеров, зависящих от системы ограничения задачи);
- ◆ количество допустимых решений на каждом этапе вычисления;
- ◆ предельное количество решений до завершения процесса (соотношение между качеством и оперативностью решения задачи);
- ◆ количество создаваемых «родительских» пар решений на каждом этапе вычисления (зависит степень обновления решения: при малой степени снижается качество, при большой – снижается оперативность);
- ◆ для генетических алгоритмов вероятность запуска процесса мутации (количество обращений к программе «мутации» на этапе эволюции: время выполнения этапа).

Проводимые исследования позволят осуществить рациональный выбор решения в зависимости от основных и наиболее важных критериев оценки:

- ◆ оперативности метода, т.е. времени, затрачиваемого на поиск решения;
- ◆ качества получаемого решения, т.е. близости решения к абсолютному (глобальному) экстремуму.

В результате будет создан некоторый адаптивный алгоритм, позволяющий (в зависимости от параметров исследуемой системы, от предъявляемых требований по оперативности) предлагать для решения оптимизационных задач тот или иной метод, обеспечивающий получение оптимального решения, наиболее близкого к оптимальному. При отсутствии в создаваемой базе исходных данных для выбора оптимизационного алгоритма, решение по назначению аппарата следует применять исходя из размерности матрицы решений поставленной задачи или практической области применения. На рис. 1 представлен обобщенный порядок применения разрабатываемого адаптивного алгоритма. Предварительный анализ показывает, что с возрастанием размерности задачи необходимо применять генетические алгоритмы оптимизации. Порядок их применения, вероятность вызова специфических для данных алгоритмов процедур будет определен по результатам исследования.

В настоящее время проводится исследовательская работа по созданию базы данных применяемых математических методов для оценки разных вариантов оптимизации информационно-вычислительных процессов в больших системах с распределенной обработкой данных. Особое внимание уделяется оценке применения генетических алгоритмов оптимизации, исходя из их общих свойств и универсальности применения, что позволит получить решение в области, близкой к оптимальной, даже при достаточно жестких ограничениях по оперативности.

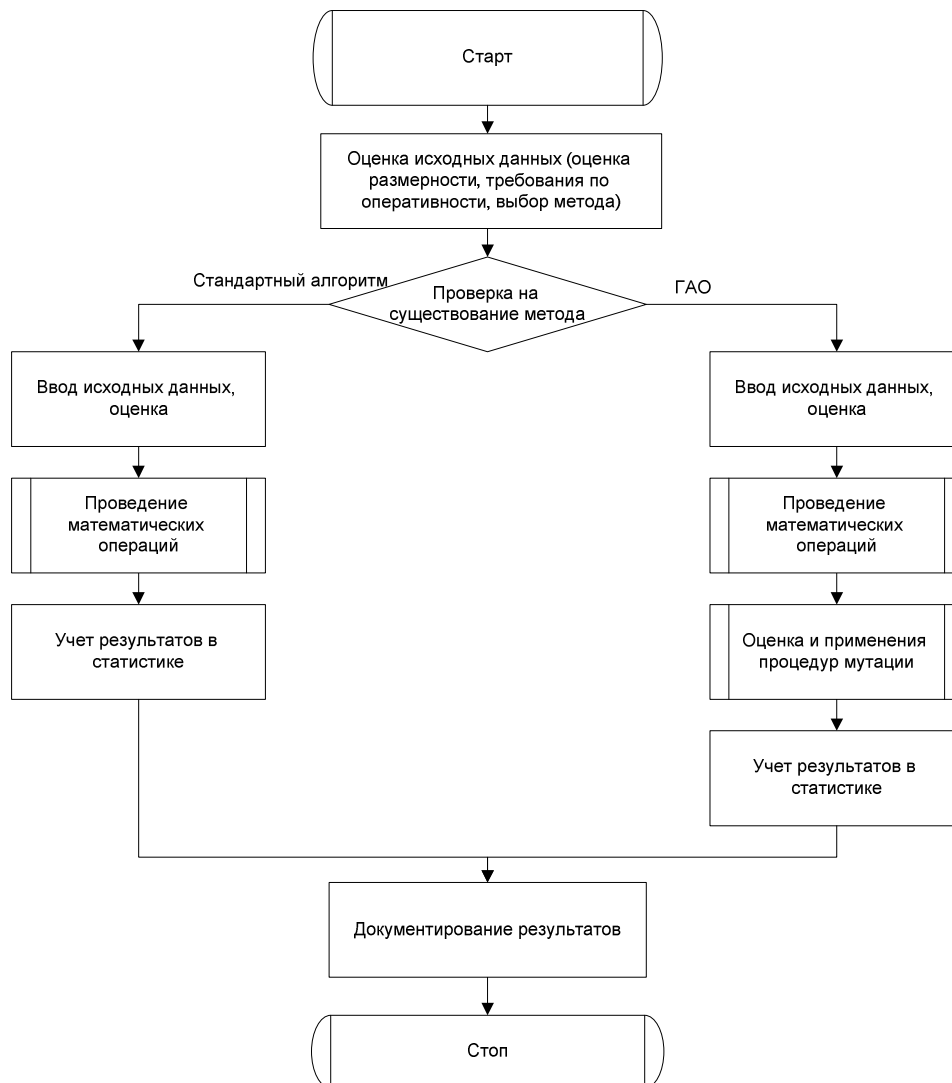


Рис. 1. Общая схема адаптивного поискового алгоритма для решения многокритериальных задач оптимизации ИВП в больших системах СРОД

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Степанов О.А.. Оптимизация информационных процессов в автоматизированных системах с распределенной обработкой данных. – М.: Российская инженерная академия, 2002. – 279 с.
2. Балыбердин В.А., Пенкин О.М., Полунин А.И. Проблемные вопросы создания и внедрения новых информационных технологий в автоматизированных системах военного назначения. – М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2001. – 146 с.
3. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Дружинин М.А. Генетические алгоритмы поиска в задачах оптимизации систем сетецентрического управления специального назначения // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 5 (118). – С. 153-159.

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

**Белевцев Андрей Михайлович** – ИАИЦ МАТИ-РГТУ; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 121552, г. Москва, ул. Оршанская, 3; тел.: +79037691788; научный руководитель; д.т.н.; профессор.

**Дружинин Михаил Александрович** – 3 ЦНИИ МО РФ; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 107564, г. Москва, Погонный пр. 10; тел.: 89261334779; начальник лаборатории.

**Belevtsev Andrey Michailovich** – IAIC MATI-RGTY; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 3, Orshanskaya street, Moscow, 121552, Russia; phone: +79037691788; dr. of eng. sc.; professor.

**Druzhinin Mihail Aleksandrovich** – 3 CSRI MD Russia; e-mail: ambelevtsev@yandex.ru; 10, Pogonny'j pr., Moscow, 107564, Russia; phone: +79261334779; head a laboratory.

УДК 519.237, 004.4

**А.М. Белевцев, Ф.Г. Садреев**

### **ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГНОЗНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Раскрывается опыт создания программного обеспечения активно развивающегося направления бизнес-аналитики – прогнозной аналитики. Прогнозная аналитика позволяет оценить возможности предприятия на текущий момент, выявить новые направления развития и оценить их реализуемость. Трудность разработки программного обеспечения прогнозной аналитики заключается в большом наборе требований к конечному продукту, к вычислительным ресурсам, а также их вариативности. Наилучшим подходом в данном случае выступает методология скорой разработки, основной принцип которой заключается в постоянной адаптации к меняющемуся набору требований, при этом проектирование и разработка программного обеспечения проводятся практически одновременно.*

*Прогнозная аналитика; интеллектуальный анализ данных; бизнес-аналитика; управление бизнес-процессами*

**A.M. Belevtsev, F.G. Sadreev**

### **PRACTICE OF CREATION OF SOFTWARE OF PREDICTIVE ANALYTICS FOR THE ESTIMATION OF DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF THE ENTERPRISE**

*The article reveals the experience of creating software is actively developing areas of business analytics – predictive analytics. Predictive analytics enables companies to evaluate opportunities to date, identify new areas of development and assess their feasibility. The difficulty of software development of predictive analytics is a large set of requirements for the final product, to computing resources, as well as their variability. The best approach in this case is the rapid development of the methodology, the basic principle of which is to continuously adapt to a changing set of requirements, with design and software development is carried out almost simultaneously.*

*Predictive analysis (PA); data mining; business intelligence (BI); business process management (BPM).*

Управление эффективностью деятельности предприятий в условиях ограниченных финансовых ресурсов, неопределенности в финансовых и политических сферах, риска экономических кризисов приобретает первостепенное значение.

Существуют три основных направления, которые обеспечивают повышение эффективности: