



локальных станций. Это важно и удобно, для построения отчетностей о работе всего каскада ГЭС. Кроме этого два автоматизированных рабочих места соединены с удаленным интерфейсом пользователя и отображают единый диспетчерский центр.

В реальности, могут быть различные варианты передачи данных между диспетчерскими пунктами. Все ограничивается лишь в необходимых лицензиях для WinCC OA. Однако, менеджер входящий в пакет базовых лицензий, снимает ограничения на пользование WCCILdist.

Исходя из вышеописанного, WinCC OA является отличной платформой для создание распределённых диспетчерских систем, благодаря тому, что имеет большое количество драйверов, с помощью которых можно обмениваться данными по разным протоколам. Более того, наличие внутреннего протокола передачи данных позволяет экономить лимит на точки данных, так как ограничений на точки данных, передаваемых по протоколу WCCILdist, нет. Также можно отметить, что при проведении пусконаладочных работ не требуется проводить повторных тестирований связи между верхним и нижним уровнем, как это было бы в случае использования иного протокола связи. Сокращаются трудозатраты на повторную проверку адресов.

### Литература

1. Архитектурное построение SCADA-систем [Электронный ресурс]: рабочая программа / авт.-сост. Е.Б.Андреев- Уфа.: УГАТГ, 2014. - 42 с. // УГАТГ: [сайт]. – Режим доступа: <https://studfiles.net>

В.Д. Васильев, В.В. Мокшин

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

(Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева КНИТУ – КАИ)

Решение оптимизационных задач имеет большое значение как при нахождении оптимального режима работы какого-либо предприятия, так и решения обычных уравнений, наподобие  $\sin(x)=1/x$ . Все сводится к тому что необходимо найти наиболее близкое значение  $x$  удовлетворяющему данное равенство  $f(x)=\sin(x)-1/x$ .

При решении уравнений иногда нет возможности точно определить значение корня уравнения, в таких случаях решение уравнение сводится к задаче оптимизации – нахождении наиболее близкого к истине решения.

Такие численные методы решения задач оптимизации как итерационный метод, метод Ньютона, метод секущих и метод половинного деления являются распространенными и часто используемыми. Генетический же алгоритм в данном контексте начал употребляться не так давно.



Генетический алгоритм работает с совокупностью особей – популяцией. Начальная популяция формируется из случайных  $x$ , далее рассчитывается значения  $f(x)$  для каждой особи и сравнивается между собой. Из наиболее близких к истине решений составляются родители для следующего потомства. Данный процесс повторяется до тех пор, пока не достигается требуемый результат.

Рассмотрим данные представленные в табл.1, полученные при нахождении минимального значения функции  $f(x)=\sin(x)-1/x$  различными методами. Данными для анализа являются значения, при котором достигается минимум функции и количество итераций затраченное на его нахождение.

Табл.1. Методы решения и их результаты

Метод	Значение $x$	Количество итераций
итерационный	7,58045	1998
Ньютона	7,58045	7
секущих	7,58047	44
половинного деления	7,58047	17
генетический алгоритм	7,58046	5

Генетический алгоритм по сравнению с остальными методами имеет изменяющееся количество итераций для нахождения оптимального решения. Это связано с тем, что в нем на начальном этапе генерируются случайные  $x$ .

Для решения многомерной оптимизации больше подойдут такие методы как метод роя частиц, параллельный генетический алгоритм.

Метод роя частиц оптимизирует функцию, перемещая частицы в пространстве решений согласно простой формуле. Перемещение подчиняется принципу наилучшего найденного в этом пространстве положения, постоянно изменяется при нахождении частицами выгодного положения. Рассмотрим конкретно на примере решения задачи двумерной оптимизации. Решение будет производиться в пакете MatLab.

$$f(x, y) = \sin(\sqrt{(x + 8)^2 + (y - 8)^2})$$

25 особей будут перемещаться в двумерном пространстве (рис.1) и относительно координат их нахождения будут рассчитываться значения целевой функции.

Если целевая функция на данной итерации принимает минимальное значение, то эта координата принимает зеленый цвет, синим цветом выделены координаты настоящего местонахождения особей. На рис.2 представлен график изменения значения целевой функции в зависимости от номера итерации (количество итераций 400).

Заключение. Применение роевого алгоритма в задачах оптимизации становится все популярнее. Уже существуют алгоритмы основанные на поведении колонии муравьев, роя пчел, летучих мышей и др. Кроме задач оптимизации данные алгоритмы применяются в задачах прогнозирования.

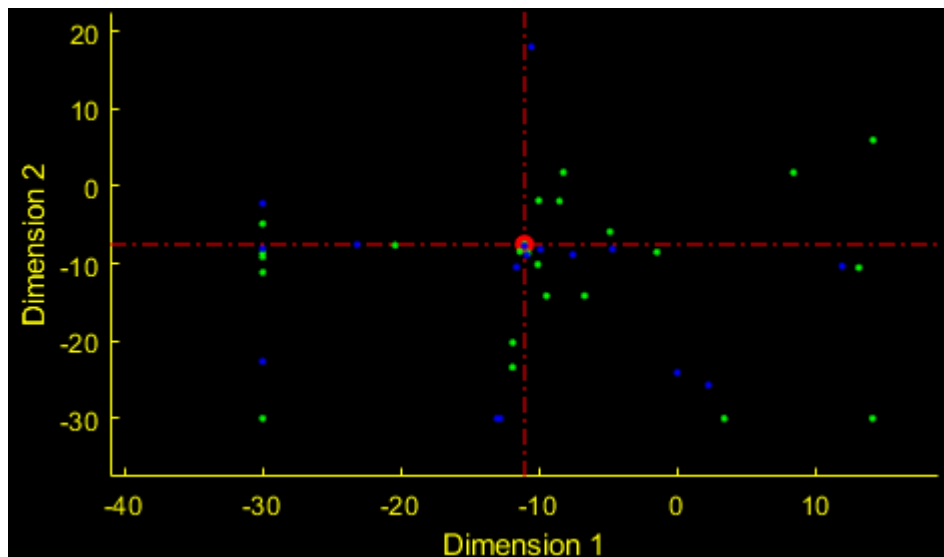


Рис. 1. Перемещение особей в двумерном пространстве

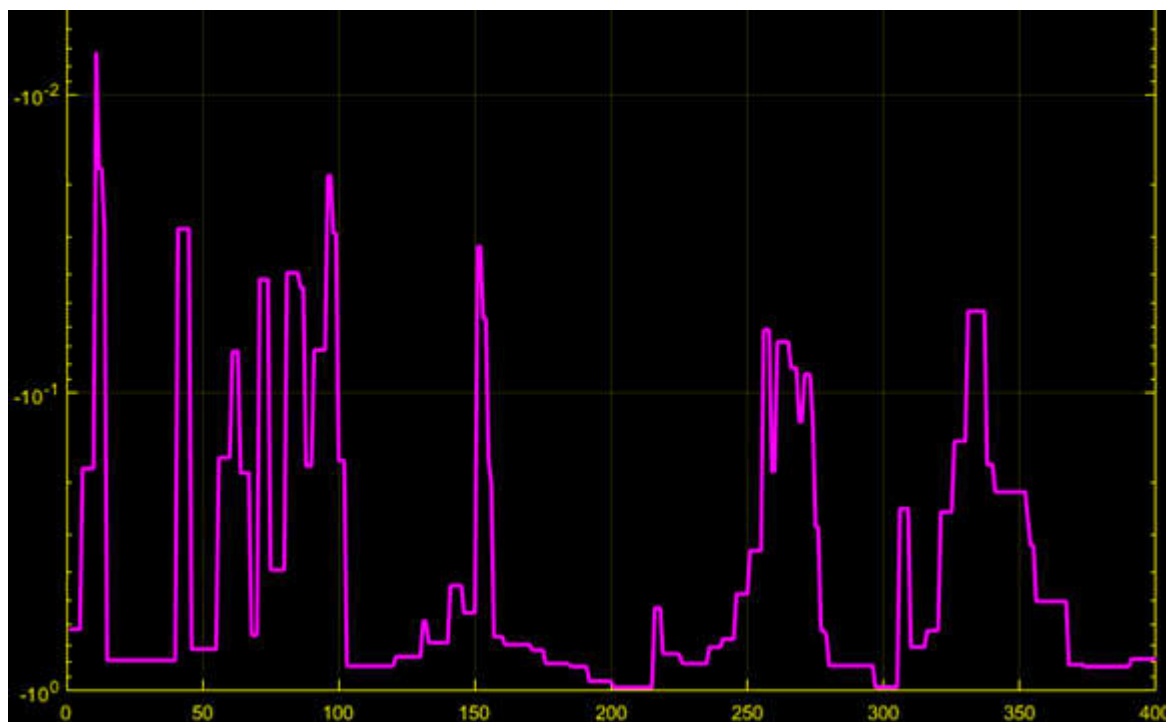


Рис. 2. Значение целевой функции в зависимости от номера итерации

### Литература

1. Салихова Э.И., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Михайлова О.П. Мониторинг буровых работ с использованием средств распознавания образов / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 163-168.
2. Спиридонов Г.В., Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Тутубалин П.И., Шамсутдинов Р.С. Алгоритм формирования маршрута буровой бригады / Вестник Технологического университета. 2018. Т. 21. № 2. С. 169-175.



3. Мокшин В.В., Кирпичников А.П., Шарнин Л.М. Разработка комплекса программ для анализа технического состояния грузоподъемных механизмов / Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 21. С. 80-85.

4. Мокшин В.В. Параллельный генетический алгоритм отбора значимых факторов, влияющих на эволюцию сложной системы / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2009. № 3. С. 89-93.

5. Якимов И.М., Кирпичников А.П., Мокшин В.В., Мухутдинов Т.А. Обучение имитационному моделированию в пакете Simulink системы MatLAB / Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18. № 5. С. 184-188.

И.Ю. Выгодчикова, А.А. Хохлов

## ИНДИКАТОР ТОРГОВОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ МИНИМАКСНОГО КРИТЕРИЯ АППРОКСИМАЦИИ

(Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского)

Принятие торговых решений на финансовых рынках связано с огромным количеством транзакций. Поэтому инвесторы обращаются к математическим моделям, основой которых служат модели аппроксимации процесса торговли ценными бумагами, позволяющие сделать прогноз и принять верное решение достаточно быстро. Такие модели нуждаются в отыскании новых, нестандартных средств аппроксимации, позволяющих достичь целей инвестора. Ограничением служит прозрачность и точность вычислительных процедур, использование минимального числа итераций для получения параметров модели аппроксимации, так как время выполнения вычислений может повлиять на скорость принятия решения и изменить перспективы вложения капитала.

Целью работы является создание индикатора, используемого для принятия торговых решений на финансовом рынке на основе интервальных данных и минимаксной модели аппроксимации.

**Критерий аппроксимации.** Исследуется цена акций за периоды  $t_k$  временной сетки  $T = \{t_0 < \dots < t_N\}$ :  $y_{1,k}$  (минимум) и  $y_{2,k}$  (максимум),  $k = \overline{0, N}$ . Для построения индикатора применяется критерий аппроксимации диапазонов цен на подмножествах  $\sigma = \{t_{s-2} < t_{s-1} < t_s\} \subset T$ ,  $s = \overline{2, N}$  [1]:

$$\rho_s(a_0, a_1) = \max_{k = s-2, s} f(a_0, a_1, k) \rightarrow \min_{A=(a_0, a_1) \in R^2}, \quad (1)$$

где  $p(a_0, a_1, t) = a_0 + a_1 t$ ,  $f(a_0, a_1, k) = \max\{y_{2,k} - p(a_0, a_1, t_k); p(a_0, a_1, t_k) - y_{1,k}\}$ .

Минимальное значение  $\rho_s(a_0, a_1)$  обозначим  $\rho_s^*$ . Этот показатель является индикатором принятия решения при изменении направления тренда ( $a_1$ ): ес-