

УДК 621.3.015.38

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Корнеев А.С., студент гр. ЭЭБ-154, II-ой курс

Ляхов М.С., студент гр. ЭЭБ-154, II-ой курс

Научный руководитель: Тарнецкая А.В, аспирант гр. ЭТаз-151,
ассистент, Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

В условиях непрерывного роста производительности в электроэнергетике, наиболее остро стоит вопрос о введении передовых технологий и усовершенствовании различных систем управления технологическими процессами. Одним из перспективных направлений развития является использование алгоритмов оптимизации, основанных на принципах естественного отбора.

Генетический алгоритм (ГА) — алгоритм оптимизации решения задач и моделирования, в основе которого лежит принцип естественного отбора В.Р. Дарвина [1]. Генетические алгоритмы предварительно анализируют множество входных параметров оптимизированной задачи и оперируют совокупностью особей (популяцией), которые представляют собой строки с закодированным в них решением задачи. Во время подбора различных решений, наиболее подходящих по условиям задачи, «выживает» наиболее «приспособленная особь», которая является носителем оптимального решения. Именно этим подходом ГА отличаются от большинства других алгоритмов оптимизации, которые оперируют лишь одним решением, методично улучшая его.



Рис. 1. Принципиальная схема генетического алгоритма

Первым шагом алгоритма является создание первой популяции особей путем генерации их случайных параметров. Следующим шагом является отбор особей, которые больше всего подходят под заданный параметр решения. После чего отобранные особи «скрещивают» между собой (копируют). Части копированных особей достаются случайные изменения их параметров (изменение кода), и данный процесс называется «мутацией». Если полученные особи не являются подходящим решением, то создается новое

поколение. Цикл продолжается до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение поставленной задачи по какому-либо критерию.

Описанный выше ГА называется «каноническим» и был разработан американским исследователем Джоном Холландом в 1975 году. Следует отметить, что в настоящее время ГА представляет собой целый класс алгоритмов, направленных на решение самых разнообразных задач [2]. Примерами различных ГА являются следующие алгоритмы:

- 1) Канонический ГА;
- 2) Генитор;
- 3) Метод прерывистого равновесия;
- 4) Гибридный алгоритм;
- 5) ГА с нефиксированным размером популяции;
- 6) СНС-алгоритм (Cross-population selection);
- 7) Параллельные ГА.

Генитор использует иную стратегию отбора. Из начальной популяции случайным образом выбираются две особи, которые скрещиваются. Их «ребенок» занимает место наименее приспособленной особи в данной популяции, за исключением собственных «родителей». Алгоритм может повторяться бесконечно и прерывается, когда полученное в результате многократных отсеиваний решение соответствует поставленной задаче.

Метод прерывистого равновесия основан на палеонтологической теории, которая описывает эволюцию всего живого на планете за счет изменений земной коры. Отчасти этот метод схож с каноническим ГА, за исключением того, что после отбора все наиболее подходящие решения смешиваются, тем самым повышая пригодность всех особей популяции в среднем. [3].

Особенность **гибридного алгоритма** заключается в сочетании канонического ГА с другими методами поиска решений. В каждом поколении все полученные потомки оптимизируются выбранным методом и заносятся в новую популяцию. Далее производятся обычные для ГА действия: отбор родительских пар, скрещивание и мутации. Поскольку все особи уже находятся вблизи локальных оптимумов, то вырастает вероятность достижения глобального максимума для конкретной задачи.

В **ГА с нефиксированным размером** вводится такое понятие, как «возраст», что позволяет исключить этап отбора. Возраст зависит от приспособленности каждой особи и ее близости к локальному оптимуму целевой функции. Родители и потомки живут одновременно в двух разных популяциях. «Умершие» особи убираются из основной популяции, и в нее добавляются новые потомки. В итоге получается формула для целевой функции нового поколения:

$$Popsizе(t+1) = Popsizе(t) + AuxPop(t) - D(t), \quad (1.1)$$

где $D(t)$ – умершие особи, $AuxPop(t)$ – дополнительная популяция, $Popsizе(t)$ – основная популяция [4].

Применение СНС-алгоритма довольно быстро приводит к оптимальному решению за счет отсутствия этапа мутации. В качестве начальной создается относительно небольшая популяция, в которой потомку достаются ровно половина генов отца и матери. Отбор производится только между потомками и родителями. Также не допускается дублирование особей, что позволяет алгоритму избежать повторение и сойтись к решению.

В электроэнергетике генетические алгоритмы способны решать узкие, но крайне важные задачи оптимизации, например, задачи улучшения показателя качества электроэнергии и понижения затрат на ее производство [5]. Главными объектами исследования становятся такие показатели, как отклонение напряжения, коэффициенты гармонических составляющих и несимметрии напряжения по обратной и ненулевой последовательностям. Можно представить задачу как совокупность нескольких функций (затрат, капиталовложений, ущерба от низкого качества электроэнергии), приведенных на рис. 2. В точке пересечения трех графиков функций и находится оптимальное решение задачи, которое можно найти с помощью канонического или другого ГА.

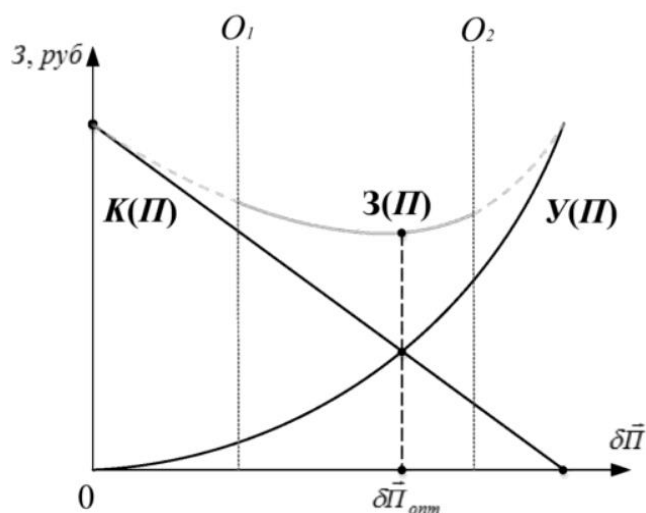


Рис. 2. Характер изменения составляющих затрат при управлении качеством электроэнергии. $Z(\Pi)$ – суммарные затраты; $\delta\Pi_{опт}$ – оптимальный уровень отклонений показателей качества электроэнергии; O – технические ограничения; O_1 – технические возможности улучшения качества энергии; O_2 – технически допустимый уровень электромагнитных помех

Также при помощи генетического моделирования проводится планирование различных вариантов электроснабжения на базе распределенной генерации]. Подобные расчеты были произведены в студенческом городке ЮУрГУ в г. Челябинск, в ходе которых были получены несколько схем электрификации и режимов работы, подходящих бы под заданные энерго-экономические условия [6]. С помощью параллельных ГА осуществляется оптимальная расстановка измерительных приборов и датчиков в автоматизированных системах, что позволяет значительно повысить достоверность оценивания состояния, выявить ненадежные

датчики, уточнить анализ установившихся режимов и режимной надежности сложных ЭЭС [7]. В системах электропривода ГА используются для динамической идентификации электромагнитных и механических параметров электрических машин [8]. В задачах управления генетические алгоритмы используются и в совокупности с другими аппаратами искусственного интеллекта, например, для «очистки» обучающих и тестовых выборок, подаваемых на вход нейронным сетям от нежелательных значений и шумов.

Таким образом генетические алгоритмы являются универсальным и точным решением задач оптимизации, поскольку он работает не с приращениями функции, а с самой целевой функцией. Код генетического алгоритма направлен на поиск конкретного решения, не требует длительного этапа обучения и больших вычислительных мощностей.

Список литературы

1. Цой Ю.Р., Спицын В.Г. Генетический алгоритм / Спицын В.Г., Цой Ю.Р. Представление знаний в информационных системах: учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — 146 с.
2. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы [Текст]: учебно-методическое пособие/ под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87с.
3. Курейчик В. М. Генетический алгоритм [Текст]: «Известия Южного федерального университета. Технические науки»: № 2. — 1998.
4. Цой Ю.Р. О математических моделях эволюционных алгоритмов // Перспективные информационные технологии и системы. — 2006. — № 2. — 42-47с.
5. Воронин В.А. Об оптимизации показателей качества электроэнергии [Текст]: Журнал «Вестник Кузбасского государственного технического университета»: № 4(110). — 2015.
6. Тарасенко В.В. Определение возможных путей развития системы электроснабжения студгородка ЮУрГУ на основе генетического алгоритма [Текст]: Журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета»: № 32(208). — 2010.
7. Полуботко Д.В. Использование метода генетического алгоритма для нахождения оптимального расположения регистраторов РМУ [Электронный ресурс]// Д.В. Полуботко, Ю.Я. Чукреев/ журнал «Электро»: №2. — 2009. [http://www.elektro-journal.ru/sites/default/files/pdf_files/arts/2009_02_04.PDF]
8. Marius-Constantin O.S. Applications of Genetic Algorithms in Electrical Engineering// Marius-Constantin O.S. Popescu, Nikos E. Mastorakis, Liliana Popescu-Perescu/[http:// international journal of mathematical models and methods in applied sciences/](http://internationaljournalofmathematicalmodelsandmethodsinappliedsciences/) №3. — 2009. [www.naun.org/main/NAUN/ijmmas/19-176.pdf]