

# ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ЗАДАЧЕ О СОСТАВЛЕНИИ РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Нестеренков С. Н., Шатилова О. О., Рак Т. А.

Отдел информационных технологий центра информатизации и инновационных разработок, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {nsn, shatilova, tatianarak}@bsuir.by

*В данной работе рассматривается возможность использования подходов, основанных на применении мета-эвристических алгоритмов на примере генетического алгоритма для решения такого класса оптимизационных задач как составление расписания учебных занятий. В работе выделяются основные отличия генетических алгоритмов от других алгоритмов поисковой оптимизации. Показана сложность адаптации генетического алгоритма для решения практических задач. Дается анализ сильных и слабых сторон алгоритмов данного класса.*

## ВВЕДЕНИЕ

Задача формирования учебного расписания в учреждениях высшего образования (далее - УВО) относится к классу многокритериальных задач оптимизации. При формировании учебного расписания необходимо стремиться к оптимизации таких показателей, как эффективность загрузки аудиторного фонда, количество «форточек» между занятиями и других. В процессе подготовки расписания необходимо принимать во внимание большое количество критериев и ограничений, которые нельзя игнорировать и которые существенным образом влияют на его конечный вариант. На сегодняшний день актуальность проблемы формирования учебного расписания не уменьшилась, хотя как отечественные, так и зарубежные авторы предлагают некоторые частные решения для конкретных УВО, а обобщенная модель решения данной задачи отсутствует.

## 1. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ

Эволюционные алгоритмы представляют собой класс эвристических поисковых вероятностных методов оптимизации, почерпнутых из эволюционных моделей живой природы [1]. Генетический алгоритм (ГА) относится к классу эволюционных алгоритмов и в настоящее время рассматривается как наиболее широко известный [2, 3, 4]. ГА – это класс стохастических поисковых алгоритмов, в основе которых лежит принцип биологической эволюции, поисковая стратегия которого имитирует принцип естественного отбора с использованием автоматизированной версии «выживания» наиболее приспособленных [5, 6]. Это метод поисковой оптимизации, использующий генетическую модель для решения поставленной задачи и применяющий правила воспроизводства, такие, как кроссинговер и мутация псевдопопуляций [7] таким образом, что эти популяции могут передавать полезные черты и увеличивать шансы на выживание новому поко-

лению [8]. ГА отличаются от других алгоритмов поиска следующим:

1. ГА оптимизируют компромисс между исследованием новых точек в поисковом пространстве и использованием информации, известной на данный момент. Это было доказано с помощью задачи о К-руком бандите (расширение задачи об одноруком бандите) [9];
2. ГА имеют свойства неявного параллелизма. Неявный параллелизм означает, что эффект ГА является эквивалентом расширенного поиска в гиперпространстве без непосредственной проверки значений всех гиперплоскостей [4, 10];
3. ГА – это алгоритмы случайного поиска, так как они используют операторы, чьи результаты определяются вероятностью [11]. Результаты таких операций основываются на случайных значениях чисел. Это означает, что ГА использует вероятностные правила перехода из одного состояния в другое, а не детерминированные;
4. ГА работают над несколькими решениями одновременно, собирая информацию о текущих точках поиска для последующего поиска. Способность поддерживать несколько решений одновременно делает их менее подверженными проблеме сходимости к локальному максимуму и игнорированию шумов;
5. ГА используют в своей работе кодированный набор параметров, а не сами параметры как таковые;
6. ГА ведут поиск из нескольких точек, а не одной единственной;
7. ГА используют итоговую целевую функцию, а не производную или другую вспомогательную информацию [12].

Формализация задачи составления расписания в виде ГА представляет собой достаточно специфическую проблему [13]. В отличие от линейного/целочисленного программирования, где

может быть прописана почти «точная» математическая формулировка, в ГА должна быть определена схема кодирования, которая представляет шаблон для решения [14]. В приведенной работе [15] предлагается использовать инновационный подход, где при кодировании используются целочисленные строки индексов вместо традиционных строк битов. Это, как утверждают авторы, улучшает вычислительную производительность из-за существенного сокращения длины закодированной хромосомы. ГА имеет большую эффективность, чем какой-либо другой поисковый метод в нахождении наибольшего числа возможных решений и дает хорошие результаты [8]. ГА демонстрирует реальную эффективность, когда применяется к проблеме составления расписания УЗ, где имеется сложный перечень различных ограничений и множество различных ресурсов. Считается, что ГА позволяет составить приемлемое расписание, однако ГА все еще недостаточно эффективен в выборе параметров управления, точных ролях кроссинговера, мутации и характеристик поисковых сред для оптимизации и ускорения сходимости [8]. Некоторые приложения, где ГА использовались успешно, являются аналоговыми схемами с нечеткой логикой и нейронными сетями [9]. ГА покрывают широкий спектр практических задач, таких, как обучения нейронных сетей, распознавание изображений и др. [5].

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди свойств мета-эвристических алгоритмов, которые стоит отметить в качестве достоинств, выделим следующие:

- пространство поиска и разрывы, имеющиеся в нем, несущественно влияют на качество оптимизации;
- позволяют избежать попадания в локальный оптимум (в зависимости от управляющих параметров);
- в процессе решения находится не одно единственное решение, а множество допустимых решений;
- позволяют решать задачи оптимизации больших масштабов;
- применимы к широкому классу задач;
- просты и прозрачны в реализации;
- позволяют находить решения в задачах с динамической средой;
- жесткие требования не налагаются на вид целевой функции и ограничения.

Как недостатки отметим, что данный класс алгоритмов имеет следующие особенности:

- малоэффективны при нахождении точного значения глобального оптимума;
- оценка качества решений занимает длительное время;

– кодирование хромосом в некоторых классах задач является нетривиальной задачей [16].

## III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы : учеб. пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2006. – 319 с.
2. Simon, D. Evolutionary optimization algorithms / D. Simon. – New Jersey : Wiley, 2013. – 772 p.
3. Poli, R. A field guide to genetic programming / R. Poli, W.B. Langdon, N.F. McPhee. – Morrisville : NC Lulu Press, 2008. – XIV, 233 p.
4. Панченко, Т.В. Генетические алгоритмы / Т.В. Панченко ; под ред. Ю.Ю. Тарасевича. – Астрахань : Астрах. ун-т, 2007. – 87 с.
5. Burke, E.K. Case-based heuristic selection for timetabling problems / E.K. Burke, S. Petrovic, R. Qu // J. of Scheduling. – 2006. – Vol. 9, iss. 2. – P. 115–132.
6. Thepphakorn, T. Modifying regeneration mutation and hybridising clonal selection for evolutionary algorithms based timetabling tool / Т. Thepphakorn, P. Pongcharoen, С. Hicks // Math. Problems in Engineering [Electronic resource]. – 2015. – Mode of access: <http://www.hindawi.com/journals/mpe/2015/841748>. – Date of access: 29.12.2015.
7. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский ; пер. И.Д. Рудинского. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
8. Eiben, A.E. Introduction to evolutionary computing / A.E. Eiben, J.E. Smith. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 2003. – 300 p.
9. Kuhn, M. Applied predictive modeling / M. Kuhn, K. Johnson. – New York [etc.] : Springer, 2013. – 600 p.
10. Seber, G.A.F. Statistical models for proportions and probabilities / G.A.F. Seber. – Berlin [etc.] : Springer, 2013. – 69 p.
11. Ханов, Г.В. Автоматизация составления расписаний с учетом неопределенности / Г.В. Ханов, Е.В. Алабужев // Информационные технологии в образовании, технике и медицине : материалы междунар. конф., Волгоград, 18–22 окт. 2004 г. : в 3 т. / Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград, 2004. – Т. 3. – С. 125–127.
12. Jansen, T. Analyzing evolutionary algorithms: the computer science perspective / T. Jansen. – Berlin [etc.] : Springer, 2013. – 258 p.
13. Яндыбаева, Н.В. Генетический алгоритм в задаче оптимизации учебного расписания вуза / Н.В. Яндыбаева // Соврем. наукоемкие технологии. – 2009. – № 11. – С. 97–98.
14. Жуков, В.Г. Дифференцированный адаптивный генетический алгоритм / В.Г. Жуков, Н.Ю. Паротькин // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. – 2011. – Т. 9, вып. 1. – С. 5–11.
15. Sharma, D. An evolutionary approach to constraint-based timetabling / D. Sharma, N. Chandra // rev. papers Advances in artificial intelligence: PRICAI 2000 workshop reader : four workshops held at PRICAI 2000, Melbourne, Australia, Aug. 28 – Sept. 1, 2000 / ed: R. Kowalczyk. – Berlin, 2001. – P. 80–92. – (Lecture Notes in Computer Science ; 2112).
16. Нестеренков, С.Н. Адаптивный поиск вариантов расписания с использованием модифицированного генетического алгоритма / С.Н. Нестеренков // Вести Института современных знаний. – 2015. – № 2. – С. 67–74.