

*ШАПИРО ДЖ., РЭТТРЭЙ М., ПРЮГЕЛЬ-БЕННЕТТ А.*

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОЙ  
МЕХАНИКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

**1. Введение**

Одна из трудностей в понимании генетических алгоритмов (ГА) состоит в том, что трудно решать любые конкретные задачи. Мы пытаемся понять поведение генетических алгоритмов, используя такие качественные характеристики, как, например, гипотеза строительных блоков или теорема о схемах. Хотя они дают качественную картину того, как ГА мог бы работать, что можно проверить экспериментальным путем [1], и снабжают аналитика знаниями о хороших способах представления данных [2], подобные рассуждения очень трудно применить к конкретным задачам или к конкретному варианту реализации ГА. Таким образом, на сегодняшний день очень трудно дать определенный ответ на целый ряд практических и теоретических вопросов, касающихся функционирования генетического алгоритма. Мы полагаем, что можно достичь некоторого прогресса в понимании генетических алгоритмов только в том случае, если есть некоторые примеры, которые могут быть изучены и решены с помощью ГА. Было бы особенно полезно, если бы эти примеры обладали свойствами, которые кажутся важными для объяснения поведения ГА, а именно: строгим выбором решений, относительно небольшой размерностью популяции, наглядным механизмом порождения новых решений, функцией полезности сложного вида, типичной для оптимизационных задач и т. д.

Мы разработали теорию, основанную на принципах статистической механики, которая позволяет изучать динамику генетического алгоритма при поиске решений для ряда простейших комбинаторных задач [3]–[8]. Этот подход направлен на решение некоторых задач, упоминавшихся выше. Данный подход позволяет составлять описание для

---

*Shapiro J., Rattray M., Prügel-Bennett A.* The Statistical Mechanics Approach to the Study of Genetic Algorithm Dynamics. — First International Conference on Evolutionary Computation and Its Applications, 1996, p. 121–134. Publisher: EvCA'96.

© EvCA'96, 1996 г.

© Перевод на русский язык с разрешения владельца прав. Научное издательство «ТВП», 1996 г.

задач, имеющих достаточно большую размерность, и учитывает влияние ограниченной популяции, что, как оказалось, является ключевым положением в понимании механизма поиска генетического алгоритма. Результаты можно получить для всех случаев организации механизма выбора решений, хотя для случаев, когда выбор слабо зависит от функции полезности, задача существенно упрощается. Основываясь на данной теории, можно моделировать поведение генетического алгоритма в любой заданный момент времени и его поведение в устойчивом состоянии, а также вычислить отклонение ГА от ожидаемой траектории. Сравнение полученных результатов с результатами моделирования рассмотренных задач показало полное соответствие. Примеры, для решения которых применялся генетический алгоритм, содержат характерные черты практических задач, например, несколько локальных экстремумов и зависимость между элементами представления внутри самих решений. Однако, эти задачи все же можно отнести к разряду «игрушечных». В частности, в рассмотренных задачах отсутствуют различные типы пространственных структур, что предполагает значительные различия между разными типами операторов скрещивания.

В настоящей работе мы предлагаем вводный обзор теории статистической механики, анализ некоторых задач, для решения которых данная теория может быть применена, и обсуждение некоторых направлений развития. Будем считать, что читатель не имеет фундаментальных знаний теории статистической механики. Предположим также, что знания читателя о ГА соответствуют тому начальному уровню, который описывается Голдбергом [9]. Система, которую мы будем обсуждать, представляет собой простой ГА в том виде, как он был описан Голдбергом: он работает с битовыми строками, использует поколения, правило «взвешенной рулетки» для выбора родителей и использует обычные формы скрещивания и мутации.