Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования

«Комсомольский-на-Амуре государственный

технический университет»

На правах рукописи

Рассолова Яна Алексеевна

**Применение генетических алгоритмов**

**к решению модифицированной задачи**

**о назначениях**

Направление 010400.68 – «Прикладная математика и информатика»

Профиль ­– «Математическое моделирование»

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

на соискание академической степени магистра

2015

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО

«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

|  |  |
| --- | --- |
| Научный руководитель: | кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика»  **Зарубин Михаил Михайлович** |
| Рецензент: | кандидат технических наук, научный сотрудник Института машиноведения и металлургии ДВО РАН  **Прокудин Александр Николаевич** |
| Ведущая организация: | **Комсомольский-на-Амуре государственный**  **технический университет**  (г. Комсомольск-на-Амуре) |

Защита состоится 17 июня 2015 г. в 8.30 часов по адресу: 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 321.

Автореферат разослан 10 июня 2015 г.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

**ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

*Актуальность темы.* Исключительные темпы технического прогресса и усложнение хозяйственных связей породили проблему создания систем управления сложными системами, которая, в свою очередь, привела к необходимости построения математических моделей принятия оптимальных решений.

Существует ряд задач, классические алгоритмы решения которых довольно медленны, сложны в реализации в условиях многопоточного программирования. К таким задачам относятся экономико-математические задачи о назначениях, которые позволяют найти оптимальный вариант размещения одного кандидата на выполнение одной работы таким образом, чтобы минимизировать суммарные затраты по выполнению комплекса работ группой исполнителей. При этом возможны некоторые модификации задачи о назначениях. Для модифицированных моделей известные методы оптимизации зачастую неприменимы, что требует разработки специальных подходов к нахождению решения – точного или приближенного. Кроме того, эффективность точных методов решения задач дискретной оптимизации существенно зависит от размерности, причем с ее возрастанием резко увеличивается объем вычислений, необходимых для отыскания точного решения. Обычно он настолько велик, что точно решить задачу за реальное время невозможно. Поэтому возникает необходимость в выборе эффективных приближенных методов дискретной оптимизации, к которым относятся генетические методы.

Генетические методы позволяют находить оптимальные или близкие к ним (субоптимальные) решения прикладных экстремальных комбинаторных задач переборного типа, которые относятся к классу NP-трудных задач.

*Целью магистерской диссертации* является разработка и программная реализация генетического алгоритма, позволяющего решать задачу о назначениях с модификациями.

Достижение указанной цели предполагает решение следующих основных *задач*:

* изучить общую теорию генетических алгоритмов и рассмотреть основные принципы решения комбинаторных задач с их помощью;
* разработать новые операторы генетического алгоритма для решения поставленной задачи;
* разработать генетический алгоритм решения модифицированной задачи о назначениях;
* применить разработанный генетический алгоритм для решения практических задач оптимизации и сравнить с существующими методами по критериям эффективности и быстродействия.

*Объектом* исследования являются генетические алгоритмы.

*Предметом* исследования является применение генетических алгоритмов для нахождения решения модифицированной задачи о назначениях.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: теоретические (сравнение, анализ) и эмпирические (тестирование, изучение литературы и результатов деятельности).

*Научная новизна* исследования заключается в следующем:

* Разработка новых операторов генетического алгоритма, адаптированных для решения конкретной задачи;
* Применение разработанного генетического алгоритма к решению модифицированной задачи о назначениях.
* Предложен генетический алгоритм, позволяющий эффективно решать задачи о назначениях с большим количеством переменных.

*Достоверность и обоснованность результатов исследования.*

Основные положения и выводы, полученные в диссертации, достаточно обоснованы и аргументированы. Сформулированная в диссертации научная задача была исследована и решена на основе корректного использования методов математического моделирования, а также теории эволюционных алгоритмов оптимизации.

Достоверность основных выводов и результатов диссертации подтверждается:

1. Корректным обоснованием постановки задачи;
2. Положительными результатами применения разработанного алгоритма;
3. Сравнительным анализом результатов проведенных экспериментальных исследований с другими методами решения поставленной задачи.

*Практическая значимость* полученных результатов исследований состоит в том, что разработанный алгоритм позволяет решать экстремальные задачи комбинаторного типа за приемлемое время, в то время как другие методы являются неприемлемыми для решения данных задач ввиду их большой размерности.

В основу диссертационной работы положены результаты исследований:

1. Исследование влияния методов эволюционного программирования на эффективность решения экстремальных задач комбинаторного типа;
2. Исследование эффективности решения модифицированной задачи о назначениях с помощью электронных таблиц MS Excel.

*Апробация результатов.* Результаты работы докладывались на 45-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов», Комсомольск-на-Амуре, апрель 2015. Работа рекомендована и принята к публикации сборника студенческих работ.

*Публикации.* По результатам выполненных в диссертации исследований автором опубликована 1 работа.

*Структура и объем.* Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем работы – 97 страниц, в том числе 10 рисунков, 2 таблицы и 1 приложение.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Введение раскрывает актуальность темы, определяются цели и задачи исследования, объект, предмет, указываются научная новизна, практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов исследования.

В первой главе рассматриваются основные понятия, операторы, преимущества и недостатки генетических алгоритмов.

Генетический алгоритм – это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных [естественному отбору](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BE%D1%82%D0%B1%D0%BE%D1%80) в природе. Является разновидностью эволюционных вычислений, с помощью которых решаются оптимизационные задачи с использованием методов естественной эволюции, таких как наследование, мутации, отбор и кроссовер.

Генетический алгоритм (ГА) представляет собой способ решения задач оптимизации, для которых классический подход не дает достаточно эффективного решения. К числу основных преимуществ ГА относится их гибкость по отношению к виду целевой функции, количеству и типу ограничений. ГА основаны на имитации эволюционного процесса и представляют собой недетерминистический полиномиальный алгоритм, т.е. время поиска существенно уменьшается по сравнению с экспоненциальным алгоритмом перебора для случая NP-полных задач. В то же время с помощью ГА проблематично найти точный глобальный оптимум, Также ГА непросто смоделировать для нахождения всех решений задачи.

Во второй главе описываются постановки задач дискретной оптимизации и сведение комбинаторных задач к задачам поиска. Также приводится описание линейной задачи о назначениях и методов ее решения.

Задачи оптимизации – наиболее распространенный и важный для практики класс задач. Их приходится решать любому из нас или в быту, распределяя свое время между разными делами, или на работе, добиваясь максимальной скорости работы программы или максимальной прибыльности компании – в зависимости от должности.

Постановка задачи оптимизации включает в себя множество допустимых решений и числовую функцию, определенную на этом множестве, которая называется целевой функцией.

Оптимизационные задачи формулируются как проблема выбора лучшего допустимого решения. Для определения понятия «лучшего» часто приходится вводить критерий оптимальности (или не один, а несколько критериев оптимальности) – количественный показатель, посредством которого осуществляется объективное измерение в некоторой числовой шкале Y одного наиболее важного для исходной задачи выходного параметра . Под измерением по шкале понимается отображение , которое каждому решению ставит в соответствие числовую оценку таким образом, чтобы отношения между числовыми значениями сохраняли бинарные отношения предпочтения между решениями:

(1)

Из соотношений (1) следует, что механизм выбора «лучшего» решения сводится к отбору тех и только тех решений, которые доставляют наибольшее значение критерию оптимальности Q в области поиска D:

, (2)

где – оптимальное решение;

– наибольшее значение критерия оптимальности среди всех значений критерия в области поиска .

Выражение (2) является математической записью модели принятия решения, называемой экстремальной задачей однокритериального выбора. В том случае, когда область поиска состоит из счетного числа решений, принято говорить о задаче (2) как о задаче дискретной оптимизации.

Задача максимизации критерия является классической формой постановки задачи, к ней легко свести задачу, требующую минимизации критерия:

.

Исходные задачи оптимизации могут иметь ограничения, которые должны быть отражены при генетическом поиске. Для задач с решениями- перестановками (задача о назначениях, задачи теории расписания) при кодировании используются методы, гарантирующие допустимость решения, называемые также декодерами, и специальные операторы кроссовера и мутации.

Декодер модифицирует пространство поиска таким образом, что гарантирует получение допустимого решения. По сути, декодер может состоять из набора инструкций, позволяющих построить кодировку допустимого решения и перевести кодировку в допустимое решение.

Содержательная постановка модифицированной (несбалансированной) задачи о назначениях формулируется следующим образом.

Пусть имеется работ и кандидатов на их выполнение (, причем назначение *j*-й работы *i*-му кандидату требует затрат . Задача состоит в нахождении такого распределения кандидатов по работам, чтобы минимизировать суммарные затраты. Причем каждый кандидат может быть назначен только на одну работу, и каждую работу может выполнять только один кандидат. Дополнительное условие: рабочих должны быть отправлены в отпуск, остальные распределены по работам согласно вышеописанному требованию. Математически это можно записать следующим образом:

Третья глава содержит описание реализации генетического алгоритма для решения модифицированной задачи о назначениях и сравнительный анализ решения задачи в электронных таблицах MS Excel.

Для применения генетического алгоритма определяются основные структурные элементы: вид элемента популяции (особи), создание начальной популяции, оператор кроссовера, оператор мутации, оператор отбора и критерий сходимости популяции.

Можно выделить следующие этапы генетического алгоритма:

1. Задание целевой функции для особей популяции;
2. Создание начальной популяции;

* Начало цикла:

1. Размножение (скрещивание);
2. Мутация;
3. Вычисление значения целевой функции для всех особей;
4. Формирование нового поколения (селекция);
5. Если выполняются условия остановки, то (конец цикла), иначе (начало цикла).

На рисунке 1 изображена схема работы генетического алгоритма.

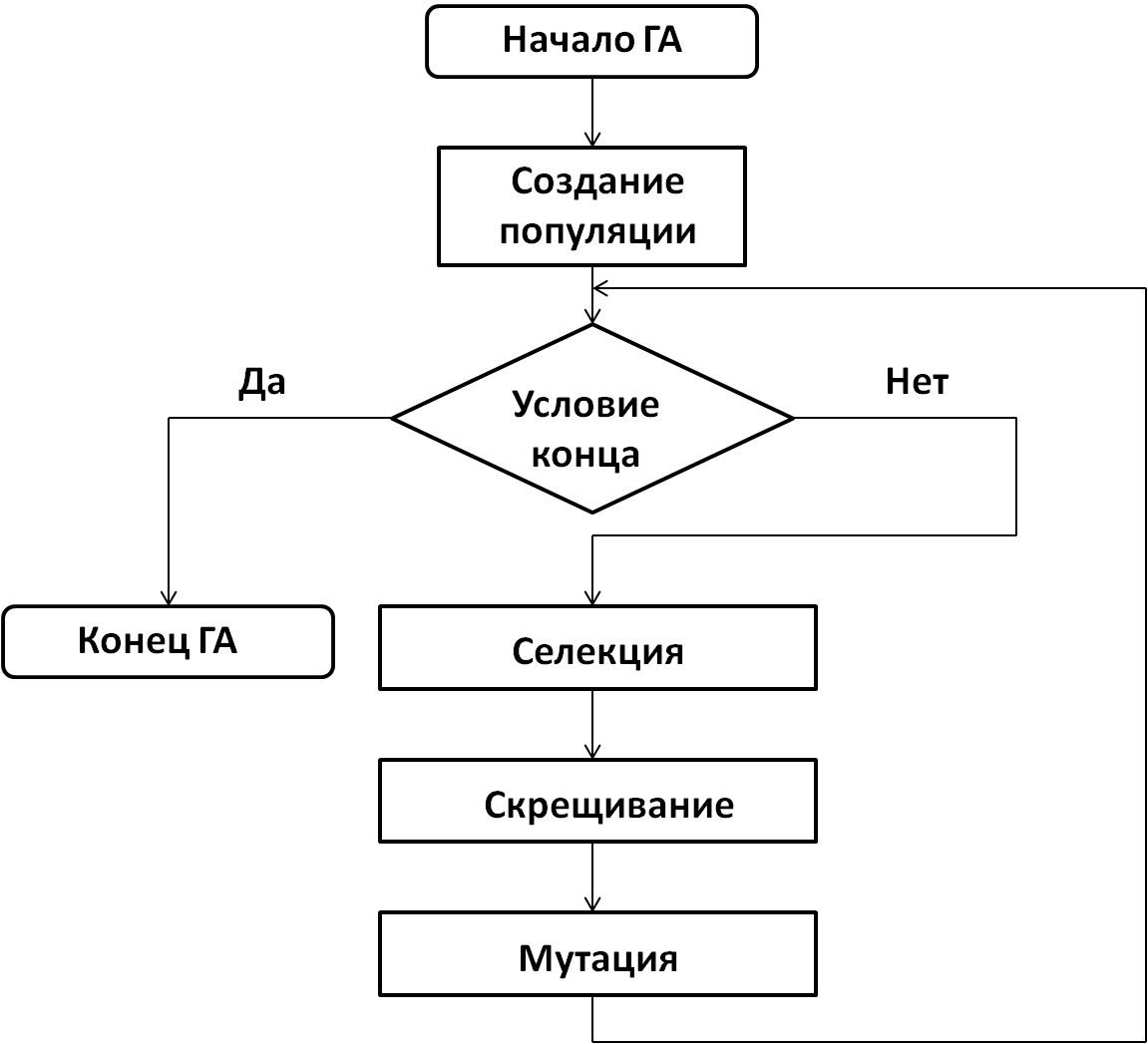


Рисунок 1 – Схема работы ГА

В этой главе были представлены результаты тестирования разработанной программы, позволяющей решать модифицированную задачу о назначениях.

В ходе тестирования получили решение задачи, из которого следует, что минимальная суммарная стоимость работ, равная 15 (денежных единиц), будет достигнута, если в отпуск отправить 2-го работника, а работы распределить между оставшимися работниками следующим образом: 1-го работника назначить на 3-ю работу, 3-го работника – на 2-ю работу, 4-го – на 1-ую и 5-го – на 4-ю (рисунок 2).

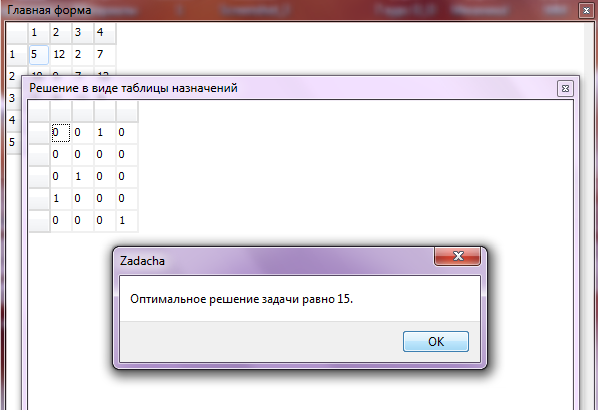


Рисунок 2 – Результат работы программы

Для проверки правильности работы программы и полученного оптимального плана, сравним результаты решения модифицированной задачи о назначениях, найденной с помощью электронных таблиц MS Excel и надстройки «Поиск решения» (рисунок 3).

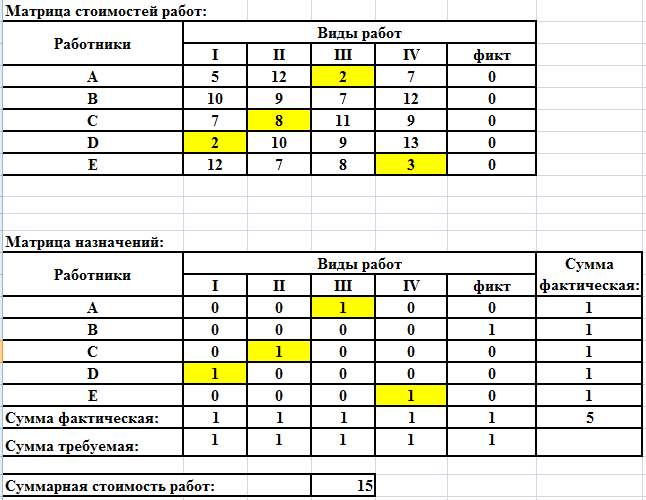


Рисунок 3 – Решение модифицированной задачи о назначениях в MS Excel

В обоих случаях оптимальное решение задачи равно 15, а матрицы назначений совпадают, что говорит об эффективности разработанного генетического алгоритма в решении поставленной задачи.

В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

Был проведен сравнительный анализ результатов решений модифицированной задачи о назначениях, найденных с помощью полученного программного продукта и электронных таблиц MS Excel. Сравнение показало правильность и эффективность работы генетического алгоритма.

Результаты экспериментов показали, что данный алгоритм позволяет получать оптимальные решения или решения, близкие к оптимальным, за достаточно малое время. Разработанные метод кодирования хромосом и оператор кроссовера также оказались эффективными при решении поставленной задачи.

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1 Рассолова Я. А. Применение генетических алгоритмов к решению модифицированной задачи о назначениях / Я. А. Рассолова, М. М. Зарубин // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 45-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, апрель 2015 г. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 413 с. ISBN 978-5-7765-1169-1