



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
1 Постановка задачи . . . . .	6
1.1 Основные понятия . . . . .	6
1.2 Вариации задачи о ранце и их математические модели . . . . .	7
1.3 Выводы по первой главе . . . . .	9
2 Методы решения . . . . .	10
2.1 Классификация методов решения . . . . .	10
2.2 Точные методы . . . . .	10
2.3 Приближенные методы . . . . .	19
2.4 Выводы по второй главе . . . . .	24
3 Применение рассмотренных методов для решения поставленной задачи от Сибирской логистической компании . . . . .	25
3.1 Выбор оптимального метода решения поставленной задачи . . . . .	26
3.2 Экспериментальное сравнение методов решения . . . . .	27
3.3 Выводы по третьей главе . . . . .	28
Заключение . . . . .	30
Список использованных источников . . . . .	31

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы появляется все больше практических задач оптимизации. Такие задачи довольно сложны и редко решаются обобщенными алгоритмами из-за множества ограничений. Одним из возможных примеров таких задач являются вариации задачи о ранце. Впервые классическая задача о ранце была сформулирована американским математиком Д.Б. Данцигом [10]. Ее популярность обусловлена множеством приложений, которые описывают реально возникающие задачи. Данная задача исследовалась следующими учеными: А. Левитин [1], М. М. Ковалёв [2], S. Martelo, P. Toth [11].

В настоящей работе будет рассмотрена задача от Сибирской логистической компании. Суть задачи заключается в том, чтобы оптимизировать предложения товаров торговыми представителями в торговые точки, учитывая ограничения платежной способности торговых точек и доходность товаров, с целью максимизации прибыли компании. Если процесс предложений товаров торговыми представителями не оптимизирован, то это может привести к убыткам в Сибирской логистической компании вместо максимальной прибыли.

Для решения задачи требуются новые математические модели и методы, которые способны учитывать большое количество критериев и находить оптимальное решение.

Целью исследования является анализ задачи, ее адаптация для возможности решения, как задачи о ранце, реализация известных алгоритмов ее решения и тестирование на реальных данных, предоставленных Сибирской логистической компанией.

Основной объект бакалаврской работы — математические модели вариаций задачи о ранце.

На сегодняшний день основной проблемой теории является проблема поиска алгоритма решения задачи за приемлемое время, так как задача является NP-трудной. Подходы к решению проблемы на сегодняшний день представлены лишь отдельными работами по описанию алгоритмов решения задачи.

Данные алгоритмы разделены на две группы: точные и приближенные. Проблема ранца по-прежнему остается актуальной научной задачей и требует

новых подходов и методов для ее решения. Решению этих проблем посвящена настоящая бакалаврская работа.

Целью исследования является анализ задачи от Сибирской логистической компании, ее адаптация для возможности решения, как задачи о ранце, реализация известных алгоритмов ее решения и тестирование на реальных данных, предоставленных Сибирской логистической компанией.

Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи.

1. Провести анализ задачи от Сибирской логистической компании;
2. провести обзор вариаций задачи о ранце и методах ее решения;
3. собрать данных по вариациям задачи и алгоритмам их решения;
4. реализовать алгоритм полного перебора для классической задачи о ранце;
5. реализовать жадный алгоритм для классической задачи о ранце;
6. реализовать метод динамического программирования для классической задачи о ранце;
7. реализовать алгоритм динамического программирования для задачи с дополнительными ограничениями;
8. реализовать алгоритм полного перебора для задачи с дополнительными ограничениями;
9. реализовать генетический алгоритм для задачи с дополнительными ограничениями;
10. сравнить реализованные алгоритмы на данных, полученных от Сибирской логистической компании.

Для решения поставленных задач применены методы математического моделирования, дискретного программирования, комбинаторики, оптимизации.

Результаты, представленные в работе, имеют как теоретическое, так и практическое значение. Например, для развития теории оптимизации.

Так же данная работа поможет Сибирской логистической компании для решения задачи оптимизации процесса предложений товаров торговыми представителями в торговые точки. Проведенный сравнительный анализ алгоритмов и вариаций задач может быть использован при принятии решения

отнести задачу к тому или иному типу и решить ее наиболее оптимально.

Основные положения работы и отдельные ее вопросы докладывались и обсуждались:

1. на научных семинарах кафедры ВиПМ;
2. на конференции «Перспектив Свободный»;
3. на конференции «Системы управления, информационные технологии и математическое моделирование» (СУИТиММ-2023).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена задача Сибирской логистической компании, также предложены алгоритмы и методы ее решения. Получены следующие результаты:

1. проведен анализ задачи от Сибирской логистической компании;
2. проведен обзор вариаций задачи о ранце и методах ее решения;
3. собраны данные по вариациям задачи и алгоритмам их решения;
4. реализован алгоритм полного перебора для классической задачи о ранце;
5. реализован жадный алгоритм для классической задачи о ранце;
6. реализован метод динамического программирования для классической задачи о ранце;
7. реализован алгоритм динамического программирования для задачи с дополнительными ограничениями;
8. реализован алгоритм полного перебора для задачи с дополнительными ограничениями;
9. реализован генетический алгоритм для задачи с дополнительными ограничениями;
10. проведено сравнение реализованных алгоритмов на данных, полученных от Сибирской логистической компании. В следствии чего сделан вывод, что алгоритм динамического программирования является наиболее оптимальным для решения поставленной задачи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левитин А. В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ : пер. с англ. / А. В. Левитин. — Москва : Вильямс, 2006. — 576 с.
2. Ковалёв М. М. Дискретная оптимизация: Целочисленное программирование / М. М. Ковалёв. — Минск : БГУ им. В. И. Ленина, 1977. — 192 с.
3. Алгоритмы. Построение и анализ / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест, К. Штайн. — Москва : Вильямс, 2016. — 1328 с.
4. Гэри М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. — Москва : Мир, 1982. — 416 с.
5. Карпунин А. А. Метод решения задачи «о ранце» при наличии вектора ограничений / А. А. Карпунин // Машиностроение и компьютерные технологии. — 2011. — №12. — С. 2–8.
6. Куприяшин М. А. Исследование алгоритма точного решения задачи о рюкзаке методом динамического программирования / М. А. Куприяшин, Г. И. Борзунов // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. — 2016. — №17. — С. 2–10.
7. Кнут Д. Э. Искусство программирования. Сортировка и поиск / Д. Э. Кнут. — 2-е изд. — Москва : Вильямс, 2002. — 824 с.
8. Сигал И. Х. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы: Учебное пособие / И. Х. Сигал, А. П. Иванова. — Москва : Физматлит, 2007. — 304 с.
9. Гладков Л. А. Генетические алгоритмы. / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. — Москва : Физматлит, 2010. — 356 с.
10. Dantzig G. B. Discrete-Variable Extremum Problems. Operations Research / G. B. Dantzig. — California : Informs, 1957. — 266 p.
11. Martelo S. Knapsack problems. Algorithms and Computer Implementations / S. Martelo, P. Toth. — New York : J. Wiley and Sons, 1990. — 296 p.

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и фундаментальной информатики  
Кафедра высшей и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 / С.Г. Мысливец

«22» ИЮНЯ 2023 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Направление 01.03.02 Прикладная математика и информатика

### О ВАРИАЦИЯХ ЗАДАЧИ О РАНЦЕ И МЕТОДАХ ИХ РЕШЕНИЯ

Руководитель

  
22.06.2023

доцент, кандидат физико-математических наук  
В.Р. Куликов

Выпускник

  
22.06.2023

Е.В. Коробейникова

Нормоконтролер

  
22.06.2023

Т.Н. Шипина

Красноярск 2023