

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 519.872.7:005.96

Коц

Юлия Валентиновна

**ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И РАЗРАБОТКА
АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ
ЧИСЛЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 04 Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ

Научный руководитель:
Костюкова Ольга Ивановна
профессор, доктор физ.-мат. наук

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является рассмотрение задач составления графиков работы в особых прикладных областях, построение математической модели и разработка алгоритмов построения оптимальных расписаний.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи*:

1. Провести анализ существующих задач в области теории расписаний и их математических моделей.
2. Изучить методы решения аналогичных задач.
3. Построить математическую модель задачи оптимальной численности работников.
4. Разработать алгоритмы решения построенной модели.

Объектом исследования являются задачи оптимизации численности работников.

Предметом исследования — математическая модель и алгоритмы минимизации численности работников и построения оптимальных расписаний.

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя О. И. Костюковой, заключается в формулировке целей и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Составные части диссертационной работы докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции "Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf2015" (Минск, Беларусь, 2015), локальной 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, Беларусь, 2015).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов международной и локальной конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены существующие решения задач теории расписаний, проведен их анализ, а также выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения. Вторая глава посвящена постановке задачи составления оптимального расписания, а также теоретическому описанию методов, необходимых для дальнейшей разработки алгоритмов решения задачи. На основании собранного теоретического материала сделаны предложения об использовании существующих алгоритмов для решения поставленной задачи. В третьей главе приводится решение задачи составления оптимального расписания и минимизации работников. Построены две математические модели задачи и предоставляются алгоритмы

решения этих моделей. В четвертой главе представлено практическое использование разработанных алгоритмов. В рамках решения практической задачи описанные алгоритмы реализованы с помощью программного кода.

Общий объем работы составляет 68 страниц, из которых основного текста - 59 страниц, 2 рисунка на 2 страницах, список использованных источников из 52 наименований на 6 страницах.

Библиотека БГУИР

ВВЕДЕНИЕ

В наше время любые задачи, связанные с планированием, расширением масштабов какого-либо производства, усложнением проводимых действий и мероприятий или координированием деятельности большого числа людей и объектов, являются неотъемлемой частью жизни и функционирования любой крупной организации. В ходе решения всех подобных задач зачастую в весьма противоречивых условиях приходится принимать решения, нередко связанные с большими материальными затратами и вовлекающие большое количество людей. Как правило, одни и те же цели могут быть достигнуты различным образом, с различными затратами труда и материальных ресурсов. Выбрать наиболее экономичный и целесообразный путь, принять обоснованное, наиболее правильное решение - это обычно не простая задача и ее решение требует привлечения методов. Если же речь идет о построении наилучшего календарного плана за конкретный, весьма непродолжительный срок, то сложность подобной задачи возрастает неизмеримо. Именно эта область представляет наибольший интерес, так как любое крупное образование, включающее в себя множество элементов и процессов их взаимодействия, обязательно встречается с проблемой составления оптимальных расписаний. Развивающаяся стремительными темпами автоматизация производства и неуклонно увеличивающиеся его масштабы требуют разработки алгоритмов составления расписаний, в которых учтены разнообразные ограничения.

Управление персоналом признается одной из наиболее важных сфер жизни предприятия, способного многократно повысить ее эффективность. Задачи составления расписаний возникают в частности:

- на производстве, когда нужно упорядочить отдельные операции по исполнителям (цеха, станки) и по времени;
- на транспорте при составлении расписания движения поездов, самолетов, общественного городского транспорта;
- при планировании занятий в учебных заведениях;
- при планировании занятости персонала, например, дежурства врачей;
- при выполнении продолжительных проектов строительства зданий и т.п.;
- при планировании проведения спортивных мероприятий;
- в компьютерных сетях при планировании очередности передачи пакетов информации и т.д.

Составление расписания персонала, или графиков смен, является процессом составления расписаний работы для его сотрудников так, чтобы организация могла удовлетворить спрос на свои товары или услуги. Первая часть этого процесса включает определение числа сотрудников с особыми навыками, необходимыми для удовлетворения требований обслуживания. При стремлении выполнить все условия с наименьшими затратами и самыми быстрыми темпами возникает важность задач оптимизации численности работников и построения оптимальных расписаний или графиков смен сотрудников предприятия.

Данная тема исследования является актуальной, т.к. мир в последние годы становится больше ориентированным на обслуживание и осмысление цен в мировой среде. Поэтому возникает необходимость грамотно и оптимально организовывать рабочий процесс.

Во многих организациях людям, вовлеченным в составление расписаний, нужны инструменты поддержки принятия решений, чтобы помочь предоставить нужных сотрудников в нужное время и по правильной оплате, достигая высокого уровня удовлетворения сотрудником его работой. Компоненты такой системы поддержки принятия решений будут, как правило, включать инструменты электронных таблиц и баз данных, и возможно инструменты составления дежурств, разработанные из соответствующих математических моделей и алгоритмов. Данное исследование посвящено различным и оптимальным способам определения минимальной численности персонала и составления графиков работы.

Библиотека БГУИР

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

1.1 Анализ существующих задач оптимизации численности работников

На первом этапе работы над диссертацией была рассмотрена эволюция задач тематики исследования и выполнен анализ существующих задач предметной области. А также были рассмотрены классификация задач теории расписаний и формы графического представления информации в таких задачах.

В результате анализа существующих моделей и алгоритмов решения задач оптимизации численности работников были выявлены возможные методы решения таких задач и проведен их анализ. С помощью сравнительного анализа существующих методов были выявлены основные существующие проблемы и недостатки в их применении к задаче в рамках тематики исследования и сформулирована необходимость разработки новых математической модели и алгоритма.

Разработка алгоритма позволила бы решать задачу оптимизации больших размерностей, варьировать различными ограничениями при составлении графиков смен, находить нижнюю оценку и приближенное решение численности требуемого персонала и составлять расписания для работников.

1.2 Постановка задачи составления оптимального расписания

Для построения новой модели и разработки алгоритма решения приводится математическая постановка задачи составления оптимального расписания, а также теоретическое описание методов, необходимых для дальнейшей разработки алгоритмов решения задачи. На основании собранного теоретического материала сделаны предложения об использовании существующих алгоритмов для решения поставленной задачи.

1.3 Решение задачи составления оптимального расписания

Для решения поставленной задачи необходимо построить математическую модель, которая будет:

- решать задачи большой размерности;
- допускать учет ограничения различного характера;
- гибкой к различным ограничениям и размерностям.

На основании построенной модели необходимо разработать алгоритм, способный осуществлять

- решение задачу большой размерности;
- нахождение нижней оценки численности требуемого персонала;

- возможность алгоритма менять размерности и ограничения задачи;
- эффективность работы алгоритма по времени и качеству полученного решения;

Для достижения поставленных задач приводится решение задачи составления оптимального расписания и минимизации работников. Построены две математические модели задачи. Приводится обоснование возможности декомпозиции полученной задачи к задаче меньших размерностей с помощью метода Данцига-Вулфа. Предоставляются алгоритмы решения этих моделей. Приводятся недостатки первой построенной модели и формулируется необходимость в разработке другой математической модели, которая позволит получить эффективное решение.

Разрабатывается алгоритм решения задачи с помощью второй построенной модели, который позволяет найти решение задачи линейного программирования без учета целочисленности и указывает нижнюю оценку требуемого персонала.

На основании полученного решения задачи линейного программирования был разработан алгоритм для нахождения приближенного целочисленного решения. В ходе решения с помощью метода декомпозиции рассматривались нехватки персонала в каждый день и каждый час работы предприятия. Если такие нехватки устраивают руководителя, то он может нанимать полученное число работников. Если же нет, то алгоритм предлагает ликвидацию недостающих сотрудников с помощью генерации дополнительных типов расписаний.

1.4 Практическое использование разработанных алгоритмов

Разработанный алгоритм приближенного решения задачи (на основании второй построенной модели) позволяет найти оптимальное количество требуемого персонала. Также с его помощью могут быть получены ежедневные графики каждого работника на планируемый период, которые показывают, кто работает в какие дни и смены, и временной интервал.

Предоставляется практическое использование разработанных алгоритмов. В рамках решения практической задачи описанные алгоритмы реализованы с помощью программного кода в математическом пакете MATLAB. Проведены численные эксперименты, иллюстрирующие эффективность разработанных алгоритмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате данного исследования были построены две математические модели, каждая из которых представляет собой задачу целочисленного линейного программирования большой размерности специальной структуры. Так как размерности получившихся моделей оказались большими, то реализация известными методами ЦЛП не представляется возможной. Однако благодаря учету специфики моделей в сочетании с методом декомпозиции Данцига-Вулфа были предложены алгоритмы, позволяющие построить точные решения. С помощью этих алгоритмов были успешно составлены расписания работников на планируемый период (30 дней, 15 часов работы в день) некоторого предприятия. При этом размеры задач были существенно сокращены.

С помощью разработанного программного кода на основе декомпозиции поставленной задачи на множество подзадач небольших размерностей за приемлемое время получены ежедневные графики работников на планируемый период. Полученные графики показывают, кто работает в какую смену, временной интервал и общее оптимальное количество работников, которое удовлетворяет описанным ограничениям задачи.

В результате работы над предметной областью достигнуты положительные результаты по всем сформулированным направлениям. Разработанный математический алгоритм, а также программный продукт позволяет нанимателям облегчить принятие решения о количестве нанимаемых работников. Автоматизация составления расписаний при заданных начальных условиях и ограничениях значительно облегчает процесс принятия управленческих решений и составление графиков смен работников. При этом гибкость программы позволяет менять начальные условия и ограничения. В отличие от приближенных методов решения разработанные алгоритмы позволяют оценить качество полученного решения и узнать, насколько решение отличается от оптимального в наихудшем случае.

Для использования программы необходим персональный компьютер с установленным математическим пакетом MATLAB, а также минимальный набор навыков владения данным математическим пакетом. При необходимости по разработанным алгоритмам решения математических моделей можно разрабатывать программный код и на других математических пакетах или языках программирования.

В итоге получилось раскрыть тему магистерской диссертации и на практике реализовать описанные идеи. Собранный теоретический материал был представлен на международной и локальной конференциях в БГУ и БГУИР, г. Минск.

В дальнейшем планируется развивать и усовершенствовать построенный алгоритм, а также работать над оптимальностью способа визуализации полученного результата.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Коц, Ю.В. Оптимизация численности персонала и составление расписаний / Ю.В. Коц, О.И. Костюкова // Веб-программирование и Интернет-технологии WebConf2015: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. 12–14 мая 2015 г., Минск. – Минск: Изд. центр БГУ, 2015. - С. 172-173.

2-А. Коц, Ю.В. Решение задач оптимизации численности персонала / Ю.В. Коц // Компьютерные системы и сети: материалы 51-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. - Минск: БГУИР, 2015.

Библиотека БГУИР