

## **Оптимизационные методы распределения ресурсов между IT проектами.**

В ходе управления проектами перед руководителем проекта нередко выпадает необходимость решить ряд задач, например оценка продолжительностей работ проекта, разработка расписаний проекта, разработка концепции управления стоимостью и финансами проекта, определение потребности проекта в ресурсах, распределение ресурсов (в частности, трудовых), оценка стоимости проекта, управление коммуникациями в проекте и др.

Рассмотрим существующие оптимизационные методы распределения трудовых ресурсов. К точным методам решения задачи распределения ресурсов относятся методы линейного программирования, которым соответствуют графический и симплексный методы.

**Графический метод** основан на геометрическом представлении допустимых решений. Довольно прост и нагляден для решения задач линейного программирования с двумя переменными [1].

**Симплекс-метод** представляет собой алгоритм решения оптимизационной задачи линейного программирования путём перебора вершин выпуклого многогранника в многомерном пространстве. Сущность метода: построение базисных решений, на которых монотонно убывает линейный функционал, до ситуации, когда выполняются необходимые условия локальной оптимальности.[2]

**Метод динамического программирования** является одним из наиболее мощных и широко известных математических методов современной теории управления, был предложен в конце 50-х годов американским математиком *Р. Беллманом*, представляет собой математический метод поиска оптимального управления, специально приспособленный к многошаговым процессам. Модели динамического программирования могут применяться, при разработке принципов календарного планирования, выравнивания занятости, при составлении календарных планов текущего и капитального ремонта сложного оборудования и его замены; при разработке долгосрочных правил замены выбывающих из эксплуатации основных фондов и т.д. [3].

**Метод ветвей и границ** представляет собой комбинаторный метод, т.е. упорядоченный перебор вариантов и рассмотрение лишь тех из них, которые по некоторым признакам оказываются перспективными. Имеет достаточно широкую сферу применения [4].

**Метод последовательного анализа вариантов** является методом решения задач оптимизации, основан на последовательном построении, сравнении, анализе и отборе вариантов. Является естественным обобщением идей последовательного принятия решений [5].

**Метод построения последовательности планов** Является достаточно мощным средством решения широкого класса задач планирования и управления. С его помощью успешно решен ряд практических задач

оптимального отраслевого планирования, а также задач оптимизации производственного планирования в АСУ [6].

**Геометрический метод** представляет собой простой и наглядный способ решения стандартных ЗЛП с двумя переменными.

Геометрический (графический) метод можно использовать для решения:

- 1) задач линейного программирования с двумя переменными, представленных в стандартной форме;
- 2) задач линейного программирования со многими переменными при условии, что в их канонической записи содержится не более двух свободных переменных;

Решение задач линейного программирования графическим методом в общем виде можно представить последовательностью следующих этапов:

1. Записать в виде  $y=kx+b$  уравнения прямых, ограничивающих область допустимых значений переменных.

2. Изобразить на графике соответствующие прямые и определить область допустимых значений переменных.

3. Построить для одного или нескольких значений  $C$  линии уровня целевой функции  $f(x, y)=C$  (несколько линий уровня необходимо построить для того, чтобы понять, имеет ли задача решение и где достигается искомый экстремум).

4. Если задача имеет единственное решение, найти вершину, в которой достигается искомое экстремальное значение (максимум или минимум) целевой функции, и определить ее координаты.

5. Вычислить значение целевой функции в найденной точке.

6. Если задача имеет бесконечное множество решений (т.е. экстремум достигается на отрезке, луче или прямой), то вычислить значение целевой функции в одной из точек, принадлежащих данному отрезку (лучу, прямой) и описать множество решений.

7. Сформулировать общий вывод по задаче линейного программирования. [7].

**Метод дихотомического программирования** [828],

**Метод сетевого программирования** разработан для получения точных решений или верхних (нижних) оценок задач многоэкстремальной (в частном случае – дискретной) оптимизации. Идея метода заключается в представлении задачи в виде суперпозиции более простых задач. Такое представление удобно изображать в виде сети (сетевое представление), вершины которой соответствуют задачам, входящим в суперпозицию. В каждой вершине решаются простые задачи оптимизации. Решение задачи в конечной вершине сети дает верхнюю (нижнюю) оценку для исходной задачи. Если сетевое представление является деревом, то решение задачи в конечной вершине сети дает оптимальное решение исходной задачи. [9]

**Методы отсечений** (в т.ч. алгоритм целочисленного программирования Гомори).

**Метод Гомори** для решения задачи использует обычный симплекс-метод. Задача вначале решается обычным симплекс-методом без учета условия

целочисленности переменных. После решения задачи симплекс-методом просматриваются его компоненты. Если среди компонентов нет дробных чисел, то задача считается решенной. А если среди них имеются дробные числа, то выбирается из них число с наибольшей дробной частью и составляется дополнительное условие в виде неравенства [10] [65, 137]).

Задачи распределения нескладируемых ресурсов, в том числе трудовые ресурсы, в общем случае не имеют эффективных точных методов решения.

Среди приближенных методов решения задачи распределения ресурсов используются эвристические методы (например, метод «затраты-эффект»).

**«Затраты-эффективность»** – очень простой метод. По сути, это метод однокритериальной одноресурсной оптимизации. У этого метода есть ограничения и условия применимости:

- 1) все проекты имеют одинаковую продолжительность;
- 2) все проекты начинаются в одно время.

Так же можно выделить метод сопряженных взаимодействий. Этот метод является рекомендательным и содержит ценные указания по повышению эффективности внедрения ИТ-проекта.

Существуют еще методы дискретной оптимизации, используемые в задаче распределения ресурсов между ИТ-проектами. К ним относятся: методы локальной оптимизации (сходятся к какому-нибудь локальному экстремуму целевой функции. В случае унимодальной целевой функции, этот экстремум единственен, и будет глобальным максимумом/минимумом), метод ветвей и границ. В основе метода ветвей и границ лежит идея последовательного разбиения множества допустимых решений на подмножества (стратегия «разделяй и властвуй»). На каждом шаге метода элементы разбиения подвергаются проверке для выяснения, содержит данное подмножество оптимальное решение или нет.). Метод динамического программирования, а также метод дихотомического программирования в составе методов ветвей и границ и динамического программирования. Достоинства и недостатки вышеописанных методов, используемых при распределении ресурсов между ИТ-проектами, представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Обзор методов

Наименование метода	Достоинства	Недостатки
Методы локальной оптимизации	- простота существующих алгоритмов	- отсутствие оценок близости получаемого решения к оптимальному
Метод ветвей и границ	- возможна оценка близости получаемого решения к оптимальному	- эффективность метода зависит от «качества» значений нижних (верхних) оценок. При «плохой» оценке потребуется полный

		<p>перебор, при «хорошей» оценке возможно получить оптимальное решение за один проход по дереву ветвлений;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- невозможность применения в задачах большой размерности ввиду большой вычислительной сложности.</li> </ul>
Метод динамического программирования	- эффективный метод решения некоторых задач дискретной оптимизации, существенно сокращающий перебор	<ul style="list-style-type: none"> <li>- при увеличении числа ограничений задачи экспоненциально увеличивается объем необходимой памяти;</li> <li>- применимость к ограниченному классу задач</li> </ul>
Метод дихотомического программирования	-содержит универсальный алгоритм получения (нижних), верхних оценок, что позволяет эффективно применять метод ветвей и границ	- невозможность представить любую функцию в дихотомическом виде
Метод сетевого программирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>-получение точных решений или верхних (нижних) задач дискретной оптимизации;</li> <li>-обобщает метод динамического программирования</li> <li>-нахождение решений для более простых функций в составе сложных функций</li> </ul>	- представление целевой функции и ограничений задачи в виде супер-позиции более простых функций
Эвристические методы	- позволяют получить неплохие расписания при сравнительно небольшом объеме необходимых	-сложно оценить близость полученных эвристическим методом расписаний к оптимальному

	вычислений	- существуют задачи для которых применение функций предпочтения приводит к плохим результатам
Генетические методы	- гибкий и эффективный инструмент приближенного решения задачи	- эффективность метода зависит от качества структурирования данных

Из представленной выше таблицы видно, что методы локальной оптимизации являются неэффективными ввиду невозможности сравнить полученное решение с оптимальным. Метод ветвей и границ предназначен для решения задач небольшой размерности ввиду высокой вычислительной сложности. Однако в ИТ-компаниях зачастую одновременно внедряются несколько (много) ИТ-проектов, характеризующихся большим объемом работ. Поэтому в деятельности ИТ-компаний данный метод, как правило, неприменим.

Метод сетевого программирования обобщает метод динамического программирования и дает для общего случая достаточно универсальный алгоритм получения нижних (верхних) оценок, что позволяет эффективно применять метод ветвей и границ для нахождения оптимальных значений. Недостатком данного метода является использование заранее заданных всех возможных значений переменных (совокупность конечного числа дискретных величин). Аналогичный недостаток имеет метод динамического программирования. Методы динамического и сетевого программирования применим к классу задач линейного программирования, к которому относится решаемая задача. Важно подчеркнуть, что при распределении трудовых ресурсов их число заранее известно.

В эвристических методах, в частности, генетических алгоритмах, точность решения зависит от того, насколько «качественно» структурированы данные, следовательно, может быть получено неоптимальное решение. Но использование генетического метода может не дать допустимого решения на заданном временном интервале.

С учетом результатов анализа достоинств и недостатков методов, указанных в таблице 1.1, сделан вывод о том, что в случае распределения трудовых ресурсов с учетом трудовых, финансовых и временных ограничений наиболее оптимально использовать метод динамического или сетевого программирования.