

Ибатуллина Анна Анатольевна

аспирант кафедры проектного менеджмента и оценки бизнеса Института управления, экономики и финансов Казанского (Приволжского) федерального университета

Ibatullina Anna Anatolevna

Graduate student of the Department of Project Management and Business Evaluation of Kazan (Volga Region) Federal University, Institute of Management, Economics and Finance

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗЕРВОВ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМИ ПРОЕКТАМИ

RESERVES DETERMINATION OF THE OPTIMIZATION MODEL OF RESOURCE SUPPORT IN THE RESEARCH PROJECTS MANAGEMENT

Аннотация:

Актуальность статьи заключается в поиске дополнительных источников экономии при управлении проектами. Рассматривается вопрос экономии финансовых ресурсов в исследовательских проектах (инновационные проекты, проекты конструкторской разработки и т. д.). Так как такой тип проекта является трудоемким, т. е. наибольшая часть затрат приходится на заработную плату, то в первую очередь исследуется возможность исполнения проекта с необходимым уровнем качества, сохранения сроков и минимальным уровнем именно трудовых затрат. Построенная модель оптимизации ресурсного обеспечения проекта дополнена анализом ее ограничений в целях определения ресурсов и их запасов, которые в наибольшей степени влияют на критерий оптимальности. Определены «избыточные» и «дефицитные» ограничения в проекте, проведен расчет возможных сценариев снижения критерия оптимальности при изменении ограничений. Найдены наиболее «дефицитные» ресурсы – категории специалистов, изменение ограничений которых приведет к улучшению критерия оптимальности, а также интервалы их возможного изменения. Результаты исследования могут быть использованы в управлении исследовательскими проектами как на микроуровне (предприятие), так и на мезоуровне (региональное управление).

Ключевые слова:

оптимизация, управление проектами, резервы, загрузка участников, ресурсное обеспечение, анализ запасов.

Summary:

The relevance of this study lies in the search of additional economy sources in project management. The issue of saving financial resources is considered in research projects (innovative projects, design development projects, etc.). First of all, the possibility of implementing a project with the necessary level of quality, maintaining deadlines and a minimum level of labor costs is being studied, since this type of project is time-consuming, that is, the largest part of the cost is paid for wages. The constructed project resource optimization model is supplemented by an analysis of its limitations in order to determine the resources and their reserves that most affect the optimality criterion. The "redundant" and "scarce" constraints in the project are determined, and possible scenarios for reducing the optimality criterion with changing constraints are calculated. The most "scarce" resources were found – a category of specialists whose changing limitations will lead to an improvement in the optimality criterion, as well as the intervals of their possible change. The results of the study can be used in the research projects management both at the micro level (enterprise) and at the mesoscale (regional management).

Keywords:

optimization, project management, reserves, participants processing, resource support, inventory analysis.

Актуальность исследования, результаты которого представлены в статье, заключается в поиске дополнительных источников экономии финансовых ресурсов при управлении исследовательскими проектами (инновационные проекты, проекты конструкторской разработки и т. д.). Такой тип проекта является трудоемким, наибольшая часть затрат приходится на заработную плату, поэтому в первую очередь исследуется возможность исполнения проекта с минимальным уровнем именно трудовых затрат.

Модель оптимизации ресурсного обеспечения в проекте представляет собой механизм планирования трудовых затрат, основанный на созданной автором экономико-математической модели. Модель позволяет перераспределить функции участников таким образом, чтобы стоимость проекта была минимальной, но при этом сроки и качество оставались бы на заданном уровне [1].

Основной базой для разработки методики является определение входных работ исследовательского проекта и их стоимости согласно бюджету. По каждой входной работе указан список возможных участников, которые могли бы справиться с работой в силу своих квалификационных навыков, с учетом обязательных специалистов. Для каждого участника прописана трудоемкость в часах

и оплата труда в час, указан результат выполнения задачи (или что предъявляется по завершении задачи – документация, модель, чертеж и т. д.). Идея минимизации стоимости проекта основана на том, что над каждой задачей проекта работает определенный набор необходимых специалистов разной категории, имеющих разную скорость выполнения работы и разную стоимость оплаты труда. Например, специалист 1-й категории, будучи более опытным практиком, выполняет работу быстрее, чем специалист 3-й категории при выполнении той же самой работы. Тогда при формировании сметы затрат с условием минимизации трудозатрат можно перераспределить специалистов выполнения работы таким образом, при котором стоимость проекта будет минимальной.

В общем виде критерий оптимальности сформулирован следующим образом:

$$Z_{\max} \text{ трудозатраты проекта} \\ Z_{\max} \rightarrow Z_{\min} \\ Z_{\min} = \sum_{i=1}^I * \sum_{j=1}^J * \sum_{h=1}^H * t_{hji} * c_{hji} * x_{hji},$$

где Z – стоимость работ,

i – должность сотрудника,

j – категория сотрудника,

h – вид документа,

x_{ij} – количество документов, разрабатываемых сотрудником i-должности j-категории,

c_{ij} – стоимость 1 часа сотрудника i-должности j-категории,

t_{ij} – время на разработку документа сотрудником i-должности j-категории.

Модель построена в программе Microsoft Excel с использованием надстройки «Поиск решения», которая помогает найти решение с помощью изменения значений целевых ячеек [2].

Формирование системы ограничений для методики оптимизации стоимости трудовых затрат было основано на входящих эмпирических данных, которые были прописаны в договорах заказчика проектов. Основными среди них были: 1) ограничение на бюджет, 2) ограничение на фонд времени и 3) ограничение на квалификацию.

После оптимизации трудовых затрат проекта в рамках дальнейшего поиска резервов в проекте предлагается провести анализ чувствительности бюджета на основании сформированных «Отчетов об устойчивости». Анализ на чувствительность в целом предполагает нахождение ответа на вопрос: как изменится оптимальное решение от объема трудозатрат или изменения состава и запаса ресурсов?

Задача анализа на чувствительность предполагает получение ответов на вопросы: насколько сократить или увеличить запасы ресурсов, чтобы улучшить полученное оптимальное решение; насколько снизить запас ресурса при сохранении оптимального решения? Так как величина запаса фиксируется в правых частях уравнений, то такой вид анализа называют анализом чувствительности к правым частям [3]. Таким образом, при анализе модели на чувствительность определяют предельно допустимое увеличение запаса «дефицитного» ресурса и предельное уменьшение запаса «недефицитного» ресурса.

Следует выделить два типа ограничений на предмет их влияния на критерий оптимальности. Первый тип ограничений – несвязывающие ограничения: изменение их значений не влияет на критерий оптимальности, поэтому данный тип ограничений можно также назвать «избыточным» (недефицитным). Второй тип ограничений – связывающие ограничения: изменение их значений, в отличие от предыдущего типа ограничений, оказывает влияние на критерий оптимальности, поэтому такой тип ограничений называется «дефицитным» [4].

«Теневая» цена отражает степень ценности (ограниченности) ресурса с точки зрения критерия оптимальности: чем выше значение «теневой» цены, тем большее влияние оказывает изменение единицы данного ограничения на критерий оптимальности. Если «теневая» цена положительна, единичное увеличение соответствующего объема ресурсов приведет к увеличению значения целевой функции. Если же «теневая» цена данного ресурса отрицательна, увеличение его имеющегося объема на единицу приведет к уменьшению целевой функции [5].

Найдем предельно допустимое изменение запаса «недефицитного» ресурса, «теневая» цена которых равна нулю. В процессе формирования отчета об устойчивости «теневая цена» некоторых специалистов оказалась равной нулю, следовательно, ограничения, относящиеся к данным специалистам, не оказывают влияния на критерий оптимальности в пределах интервалов допустимого уменьшения-увеличения. Как показал анализ, из рассмотренных 16 этапов количество избыточных ограничений составило 723, из них:

- ограничение на количество документов – 174;
- ограничение на фонд времени – 241;
- ограничение на квалификацию – 292;
- ограничение на бюджет – 16.

Например, для 1-го этапа следующие значения типа ограничений на фактический фонд времени специалистов патентного отдела (рис. 1, строки 105–106) являются избыточными, так как «теневая» цена по данному типу ограничения равна нулю. Правая сторона ограничения равна 8 310,4, и она не равна левой части, изменения которой внутри допустимого интервала (от $-\infty$ до 7 350,4) не оказывают влияния на критерий оптимальности – уровень трудовых затрат, который составил 1 529 812 р., что на 23 689 р. меньше заложенного в бюджете уровня трудовых затрат на данном этапе. Для типа ограничения на количество документов специалистов патентного отдела (строки 123–124) правая сторона ограничения равна 1, и она не равна левой части, изменения которой внутри допустимого интервала (от 0,137 до 1) не оказывают влияния на уровень трудовых затрат. Для типа ограничения на квалификацию (строки 141–142) правая сторона ограничения равна 0, и она не равна левой части, изменения которой внутри допустимого интервала (от 0 до $+\infty$) не оказывают влияния на уровень трудовых затрат. Данное ограничение исходит из того, что для выполнения этой задачи из всего пула возможных специалистов подходят только специалисты патентного отдела.

101	102	Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
	103	\$U\$3	2.1 Медико-технические требования Фактическое количество документов	12	128571,43	12	0,18424532	1,44539385
	104	\$U\$2	1.1 Отчет о проведении патентных исследований Фактическое количество документов	3	9660	3	2,45224468	3
	105	\$C\$7	Фактический фонд рабочего времени Специалист патентного отдела	960	0	8310,4	1E+30	7350,4
	106	\$D\$7	Фактический фонд рабочего времени Специалист патентного отдела для формир-я формул РИД	960	0	8310,4	1E+30	7350,4
	107	\$E\$7	Фактический фонд рабочего времени 1 Ведущий инженер – конструктор	120	0	415,52	1E+30	295,52
101	102	Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
	123	\$C\$9	Количество документов по столбцу Специалист патентного отдела	1	172885,71	1	0,13701932	1
	124	\$D\$9	Количество документов по столбцу Специалист патентного отдела для формир-я формул РИД	1	172885,71	1	0,13701932	1
	125	\$E\$9	Количество документов по столбцу 1 Ведущий инженер – конструктор	3	0	0	3	1E+30
101	102	Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
	141	\$C\$10	количество человек по строчке Специалист патентного отдела	0	0	0	0	1E+30
	142	\$D\$10	количество человек по строчке Специалист патентного отдела для формир-я формул РИД	0	0	0	0	1E+30
	143	\$E\$10	количество человек по строчке 1 Ведущий инженер – конструктор	0	0	0	0	1E+30
101	102	Ячейка	Имя	Окончательное Значение	Тень Цена	Ограничение Правая сторона	Допустимое Увеличение	Допустимое Уменьшение
	112	\$J\$7	Фактический фонд рабочего времени 1 Ведущий инженер – конструктор	415,52	-79,92857	415,52	578,15754	287,509127
	113	\$K\$7	Фактический фонд рабочего времени 1 Инженер – технолог	332,416	-180,8544	332,416	476,979971	130,982042
	114	\$L\$7	Фактический фонд рабочего времени Представитель мед. учреждения (д.м.н.)	1039	0	1039	693,789048	345,010952

Рисунок 1 – Фрагменты отчета об анализе устойчивости проекта № 1

Найдем предельно допустимое изменение запаса «дефицитного» ресурса, «теневая» цена которых не равна нулю [6].

Единичное увеличение объема ресурсов с положительной «теневой» ценой приведет к увеличению значения уровня трудовых затрат. Например, на этапе разработки документов (рис. 1) «теневая» цена специалистов патентного отдела составляет 172 885,71 р., следовательно, при увеличении количества документов, разрабатываемых этими специалистами, из числа необходимого количества документов на данном этапе (15 документов) увеличится уровень трудовых затрат. Даже несмотря на то что оплата труда специалиста патентного отдела намного меньше по сравнению с другими специалистами (180 р. относительно 267 р.), которые присутствуют на данном этапе, количество часов, которое специалист патентного отдела тратит на разработку документа (трудоемкость в часах), велико, что в конечном счете сказывается на общем уровне трудовых затрат в проекте.

Увеличение ресурсов с отрицательной «теневой» ценой на единицу приведет к уменьшению объема трудовых затрат. Например, на этапе разработки документов (рис. 1) «теневая» цена специалистов ведущего инженера-конструктора и инженера технолога 1-й категории (строки 112–113) составляет -79,92 и -180,85 соответственно, следовательно, увеличение количества документов (из необходимого количества документов в рамках данного этапа – 15 документов), разрабатываемых данными специалистами, приведет к уменьшению объема трудовых затрат. Объяснение этой ситуации также определяется соотношением уровня трудоемкости и стоимости оплаты 1 нормочаса всех специалистов, представленных на данном этапе.

В соответствии с вышесказанным наиболее «дефицитными» ресурсами в проекте 1 являются: ведущие инженеры-конструкторы, инженеры-конструкторы 1-й категории, инженеры-технологи 1-й и 2-й категории, инженер-электронщик 1-й категории, ведущий программист-разработчик, монтажник РЭА, начальник опытно-экспериментального участка, начальник системных разработок. В меньшей степени – инженеры-конструкторы 2-й и 3-й категории, представители медицинского учреждения.

Изменение «дефицитных» ограничений как с положительным, так и с отрицательным значением «теневой» цены внутри допустимых интервалов приводит к изменению уровня трудовых затрат на сумму произведения «теневой» цены на количественное значение измененного ограничения [7; 8]:

$$\Delta KO = TC * \Delta DU,$$

где КО – критерий оптимальности,
ТЦ – значение «теневой» цены,
ДУ – допустимое увеличение.

Например, изменение количества специалистов патентного отдела (а следовательно, уровня фактического фонда времени) с значения 1 до 1,1 вызовет изменение уровня трудовых затрат на сумму +17 288,57 руб. Данный механизм позволяет лицам, принимающим решения, определить предельные изменения количества задействованных ресурсов, не влияющие на изменение уровня трудовых затрат, и изменение уровня трудовых затрат при изменении структуры ресурсов. Анализ отчетов об устойчивости показал, какие из доступных ресурсов являются наиболее «дефицитными», а какие не влияют на уровень трудовых затрат в допустимых пределах.

Проведенный анализ отчета об устойчивости дал следующие результаты в исследовании ограничений исследовательского проекта № 1:

- определены «избыточные» и «дефицитные» ограничения с интервалами устойчивости критерия оптимальности для каждого типа ограничений;
- обозначены условия для ограничений, для которых происходит улучшение критерия оптимальности.

Оптимизационное моделирование проекта № 1 позволило найти потенциал экономии при управлении проектом: если введенные ограничения не регламентированы, то можно изменить структуру задействованных ресурсов, доступный фонд времени и количество необходимых документов. Возможно создание различных вариантов исполнения проекта, которые будут одинаковы по своему содержанию, но отличны по стоимости.

Таким образом, отчеты об устойчивости предоставляют информацию по резервам снижения критерия оптимальности: увеличение каких ресурсов будет способствовать улучшению найденного решения. Данный механизм особенно актуален при управлении исследовательскими проектами (например, проекты конструкторской разработки), где есть разграничение работ по категориям специалистов. В качестве основного вывода по проведенному исследованию является нахождение ресурсов (доступный фонд времени, уровень возможных квалификаций, коли-

чество документов, оплата труда), изменение ограничений которых приведет к большей экономии финансовых средств. Такой подход к управлению проектами способствует не только минимизации трудозатрат на него, но и поддержанию необходимого уровня качества исполнения проекта при сохранении его сроков.

Ссылки:

1. Виноградова Е.Ю. Актуальные вопросы проектирования и реализации корпоративных систем поддержки принятия управленческих решений на предприятии // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2018. № 1 (85). С. 102–111.
2. Сооляттэ А.Ю. Модели офисов управления проектами, программами, портфелями проектов [Электронный ресурс]. URL: http://www.bpmcg.ru/materials/content/00007_soolyatte_PMO_10_%202012.pdf (дата обращения: 15.09.2019).
3. Магруппова З.М., Назарков П.А. Повышение эффективности производства на основе мотивации трудовой деятельности // Научная мысль. 2018. Т. 3. № 1 (27).
4. Анализ производственных и бизнес-процессов в концептуальной платформе организации и мониторинга оплаты труда на промышленном предприятии / Г.Ф. Мингалеев, Ф.Н. Багаутдинов, В.М. Бабушкин, И.Ш. Шарафеев, А.А. Трутнева // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2018. № 3. С. 58–65.
5. Исследование McKinsey & Company: главная проблема российской экономики – низкая производительность труда [Электронный ресурс] // Информационное агентство «Новости гуманитарных технологий», 2009. URL: <http://gtmarket.ru/news/state/2009/04/29/1986> (дата обращения: 15.09.2019).
6. Корпоративная система управления проектами (КСУП) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pmcity.ru/consulting/corporate/> (дата обращения: 15.09.2019).
7. International Innovation Management System Framework [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pdma.org/p/cm/ld/fid=1008> (дата обращения: 15.09.2019).
8. Renewable Power Generation Costs in 2017. International Renewable Energy Agency, январь 2018 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.irena.org/publications/2018/Jan/Renewable-power-generation-costs-in-2017> (дата обращения: 15.09.2019).

References:

Corporate Project Management System (CPMS), viewed 15 September 2019, <<http://www.pmcity.ru/consulting/corporate/>>. Magrupova, Z., Nazarkov, P 2018, 'Increasing Production Efficiency Based on Labor Motivation', *Nauchnaya Misl*, vol. 3, № 1 (27), (in Russian).

'McKinsey & Company Study: the Main Problem of the Russian Economy is Low Labor Productivity', 2019, *News Agency "Humanitarian Technology News"*, viewed 15 September 2019, <<http://gtmarket.ru/news/state/2009/04/29/1986>>.

Mingaleev, G., Bagautdinov, F., Babushkin, V., Sharafiev, I., Trutneva, A 2018, 'Analysis of Production and Business Processes in the Conceptual Platform of Organization and Monitoring of Remuneration at an Industrial Enterprise', *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta im. Tupoleva A*, № 3, pp. 58-65, (in Russian).

International Innovation Management System, viewed 15 September 2019, <<http://www.pdma.org/p/cm/ld/fid=1008>>.

Renewable Power Generation Costs in 2017. International Renewable Energy Agency, 2018, viewed 15 September 2019, <<https://www.irena.org/publications/2018/Jan/Renewable-power-generation-costs-in-2017>>.

Soolyatte, A, 2019, *Models of Project, Program and Project Portfolio Management Offices*, viewed 15 September 2019, <http://www.bpmcg.ru/materials/content/00007_soolyatte_PMO_10_%202012.pdf>.

Vinogradova, E 2018, 'Actual Issues of Design and Implementation of Corporate Management Decision Support Systems at the Enterprise', *Izvestiya Dalnevostochnogo Federalnogo Universiteta. Ekonomika I Upravlenie*, №. 1(85), pp. 102-111, (in Russian).

Редактор: Хорева Людмила Николаевна
Перевод: Дубина Юлия Юрьевна