3.6. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ МЕЖДУ ИТ-ПРОЕКТАМИ ПОРТФЕЛЯ

Сотникова А.В., аспирант, кафедра прикладной информатики в экономике

Московский государственный университет экономики, статистики и информатики

В статье рассмотрены походы и методы к решению задачи эффективного распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля с целью минимизации длительности реализации портфеля. Проведен сравнительный анализ методов, используемых при распределении трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля. Сформировано дерево решений выбора метода в зависимости от специфики реализуемого портфеля ИТ-проектов.

ВВЕДЕНИЕ

Проведенный анализ научных работ по проблеме успешного управления портфелем ИТ-проектов показал, что методология портфельного управления совершенствуется на протяжении нескольких десятилетий, однако доля успешно выполненных портфелей ИТ-проектов остается низкой. Обзор результатов проектной деятельности консалтинговых компаний показывает, что зачастую ИТ-проекты портфеля реализуются неэффективно: не в полном объеме [9, с. 296-297], с превышением финансовых и временных ресурсов [6, с. 33]. Анализ успешности внедрения ИТ-проектов показывает, что до 74% всех ИТ-проектов реализуются неудачно [11], около 25% ИТ-проектов терпят полную неудачу [10, с. 6-13]. Превышение финансовых ресурсов при внедрении ERP-систем составляет в среднем 90%, а превышение временных ресурсов – 120% [6, с. 33].

Анализ результатов воздействия факторов, влияющих на процесс реализации портфеля ИТ-проектов, показывает, что успешность его выполнения в значительной степени определяется эффективностью использования трудовых ресурсов (определение уровня компетенции сотрудников, распределение ресурсов, в том числе трудовых, между ИТ-проектами портфеля, стимулирование сотрудников вкладывать свои знания), а также эффективностью организации работ, контролем за выполнением сформированного плана реализации портфеля ИТ-проектов [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**, с. 6-13]. Существует достаточное количество практических примеров, показывающих, что одним из ключевых звеньев успешности реализации ИТ-проекта являются сотрудники, участвующие в процессе его внедрения.

В связи с этим совершенствование существующих моделей и методов управления трудовыми ресурсами при реализации портфелей ИТ-проектов является одной из важных и сложных проблем в портфельном управлении ИТ-проектами [1, с. 6; 8, с. 4-5]. В статье рассмотрена задача эффективного распределения трудовых ресурсов при минимизации времени выполнения портфеля ИТ-проектов.

Модель минимизации времени выполнения портфеля ИТ-проектов при распределении трудовых ресурсов

Для формирования модели минимизации времени выполнения портфеля ИТ-проектов при распределении трудовых ресурсов необходимо выделить особенности управления портфелем ИТ-проектов в консалтинговой ИТ-компании:

- ИТ-проекты портфеля имеют разных заказчиков либо одного заказчика портфеля ИТ-проектов;
- каждый ИТ-проект портфеля содержит K_i -е количество последовательных и параллельных групп работ, где i – номер ИТ-проекта портфеля, $K_i = \overline{1,\infty}$;
- для выполнения k-й группы работ требуется специалист k-й специализации, $k = \overline{1,K_i}$.

Представим упрощенную модель минимизации времени выполнения портфеля ИТ-проектов при распределении трудовых ресурсов:

$$\begin{cases} T = \sum_{k=1}^{K} T_k \to min \\ T_k = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} W_{ik}}{\sum_{i=1}^{n} u_{ik}} \\ u_{1k} + u_{2k} + \ldots + u_{nk} \le \sum_{i=1}^{n} \sum_{r=1}^{R_k} u_{ikr} \\ u_{ik} > 0 \end{cases}, \qquad (1)$$

где K – количество групп работ (согласно выделенным специализациям работ);

T_k – время выполнения k-х групп работ во всех ИТ-проектах портфеля;

W_{ik} – объем k-ой группы работ i-го ИТ-проекта;

n – количество ИТ-проектов портфеля;

u_{ikr} – общая скорость выполнения k-го вида трудовых ресурсов;

R_k – количество сотрудников, входящих в k-й вид трудовых ресурсов.

В модели (1) учтены особенности управления портфелем ИТ-проектов в консалтинговой ИТ-компании (наличие последовательных и параллельных работ различных специализаций, выполняемых сотрудниками, владеющими требуемой специализацией). Примем скорость выполнения работы трудовым ресурсом каждого вида $u_{ij} = 1$. Задача может быть решена различными методами в зависимости от предлагаемого подхода к реализации рассматриваемой задачи (рис. 1):

Рис. 1. Методы решения задачи распределения трудовых ресурсов

- подход, основанный на последовательном выполнении ИТ-проектов портфеля с максимально возможным использованием ресурсов на каждом ИТ-проекте – метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля с максимально возможным использованием трудовых ресурсов в работах (на основе метода критического пути);
- подход, основанный на параллельном выполнении всех ИТ-проектов портфеля (т.е. распределение имеющихся ресурсов между всеми ИТ-проектами портфеля одновременно) – (основан на методе динамического программирования или методе сетевого программирования). При таком распределении важно, чтобы количество сотрудников каждой из рассматриваемых специализаций было не меньше, чем количество ИТ-проектов, в которых имеются работы данной специализации.

Рассмотрим практические примеры распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля каждым из указанных методов.

Методы распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля

С целью определения наиболее эффективного метода распределения трудовых ресурсов проведен численный эксперимент. В качестве выборки рассмотрены три общих (наиболее сложных) случая распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля. Для общего случая распределения трудовых ресурсов в портфеле ИТ-проектов характерно:

- наличие нескольких групп работ в каждом ИТ-проекте портфеля, причем некоторые группы работ одной специализации выполняются в ИТ-проекте несколько раз;
- объем ***k***-й группы работ, выполняемой на различных временных интервалах в одном ИТ-проекте, имеет различные значения;
- количество требуемых сотрудников для одновременного выполнения всех ИТ-проектов портфеля меньше их фактического количества.

Рассмотрим три портфеля ИТ-проектов (табл. 1-3). Все работы рассматриваемых портфелей ИТ-проектов подразделяются на пять групп (специализаций) (табл. 4). Важно подчеркнуть, что максимальный объем (количество) трудовых ресурсов равен количеству заданий, на которые может быть разбита рассматриваемая группа работ.

Таблица 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПЕРВОГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	Третий ИТ-проект (группы работ)							Второй ИТ-проект (группы работ)					Третий ИТ-проект (группы работ)							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
Специализация	C1	C2	C4	C5	C1	C4	C4	C1	C3	C4	C1	C3	C1	C2	C1	C3	C4	C2	C4	C3
Очередность выполнения	1	1	2	2	3	4	5	1	2	2	2	3	1	1	2	3	3	4	4	5
Объем работы	5	3	2	4	4	3	2	2	4	6	2	3	2	5	2	3	6	2	3	3
Максимальный объем трудовых ресурсов	3	2	1	2	3	2	1	1	2	4	1	2	1	3	1	2	4	1	2	2
Время выполнения	1,7	1,5	2	2	1,3	1,5	2	2	2	1,5	2	1,5	2	1,7	2	1,5	1,5	2	1,5	1,5

Таблица 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВТОРОГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	Первый ИТ-проект (группы работ)						Второй ИТ-проект (группы работ)						Третий ИТ-проект (группы работ)						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
Специализация	C1	C2	C1	C5	C1	C2	C4	C2	C3	C4	C3	C4	C1	C2	C1	C2	C5	C4	C4
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	4	1	1	2	2	2	3	1	2	2	3	3	3	4
Объем работы	6	3	4	6	2	1	3	4	6	4	8	6	10	2	4	8	3	8	6
Максимальный объем трудовых ресурсов	2	1	2	3	1	1	1	2	2	2	2	3	2	1	2	4	1	5	4
Время выполнения	3	3	2	2	2	1	3	2	3	2	4	2	5	2	2	2	3	1,6	1,5

Таблица 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ТРЕТЬЕГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	Первый ИТ-проект (группы работ)					Второй ИТ-проект (группы работ)						Третий ИТ-проект (группы работ)				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Специализация	C5	C3	C5	C2	C3	C4	C2	C3	C2	C3	C1	C1	C4	C5	C1	C5
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	1	1	1	2	2	2	1	2	3	3	4
Объем работы	5	7	4	5	3	4	8	5	6	7	1	3	5	2	4	3
Максимальный объем трудовых ресурсов	2	5	2	2	1	2	5	2	3	4	1	2	2	2	2	1
Время выполнения	2,5	1,4	2	2,5	3	2	1,6	2,5	2	1,75	1	1,5	2,5	1	2	3

Таблица 4

ФАКТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ПО СПЕЦИАЛИЗАЦИЯМ РАБОТ

Специализация	Фактический объем трудовых ресурсов			Цвет группы работ, используемый при построении календарного графика выполнения портфеля ИТ-проектов
	Первый портфель ИТ-проектов	Второй портфель ИТ-проектов	Третий портфель ИТ-проектов	
С1	4	3	2	
С2	4	3	2	
С3	2	2	2	
С4	4	2	2	
С5	1	2	2	

Каждый из рассмотренных трех портфелей ИТ-проектов решим тремя методами: методом последовательной реализации ИТ-проектов портфеля с максимально возможным использованием трудовых ресурсов в работах, методом динамического программирования, методом сетевого программирования.

Метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля с максимально возможным использованием трудовых ресурсов в работах

Подробное пошаговое решение представим для первого портфеля ИТ-проектов. Для второго и третьего портфеля ИТ-проектов решение находится аналогичным способом.

1. Проверяем достаточность ресурсов для каждого проекта поочередно. Анализируем работы каждого ИТ-проекта портфеля.

1.1 Анализируем проект 1. Для выполнения работы 4 требуется 2 ед. трудовых ресурсов. В наличии имеется только 1 ед. ресурсов. Следовательно, не хватает 1 ед. трудовых ресурсов для выполнения работы 4. Поэтому увеличится время выполнения работы 4 в два раза, т.е. работа вместо двух запланированных часов будет выполняться 4 ч. Отразим на графике данное изменение. Общая длительность выполнения портфеля ИТ-проектов увеличилась до T = 10,5 дней. Для проекта 1 составлен календарный план.

1.2 Анализируем проект 2. Для выполнения работы 3 требуется 4 ед. трудовых ресурсов специализации ***C4***, но в наличии имеется только 3 ед. Возможны несколько вариантов (рис. 2).

Если между окончанием части работы и ее возобновлением имеется недопустимый интервал, то следует сместить начало выполнения проекта на один интервал и заново проанализировать выполнимость ИТ-проекта.

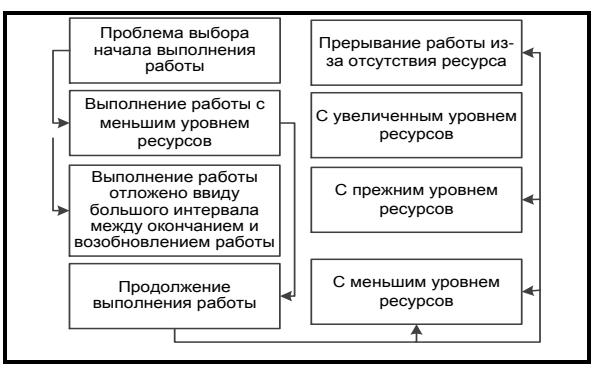

Рис. 2. Определение начала выполнения работы

В рассматриваемом случае анализируем следующем образом: W работы равен 6. Разобьем объем на две части: $W = W_1 + W_2$. Тогда, согласно графику, $W_1 = 1{,}5 * 3 = 4{,}5$, $W_2 = W - W_1 = 6 - 4{,}5 = 1{,}5$. Оставшийся объем W_2 с учетом графика оптимально выполнять с 4 ед. ресурса, так как 1 ед. ресурса освобождается на первом проекте. Тогда $t_2 = W_2 / / 4 = 0{,}375$. За найденное время t_2 трудовой ресурс специализации ***C4*** в вышестоящих проектах не требуется, поэтому учитываем при составлении графика полученное решение. Более того, данная работа является некритической и имеет запас времени 0,5 дня. Поэтому увеличение времени выполнения работы на t_2 = 0,375 не повлияло на общее время выполнения проекта и портфеля в целом. Для проекта 2 составлен календарный график.

1.3 Анализируем проект 3. Для выполнения работы 1 требуется 1 ед. трудового ресурса специализации ***C1***. Ее нет в наличии. Самое раннее начало работы 1 проекта 3 возможно через 1,7 дня, когда освободятся 3 ед. трудовых ресурсов с проекта 1. Следовательно, проверяем наличие 1 ед. ресурса ***C1*** специализации на интервале [1,7; 1,7+2]. На указанном интервале ресурс специализации ***C1*** в количестве 1 ед. имеется.

Также работа 5 проекта 3 не может быть до конца выполнена с требуемым уровнем ресурса специализации ***C4***.

Проанализируем ситуацию. Время выполнения работы разобьем на 2 интервала: $t = t_1 + t_2$. $W = 6$. На интервале [6, 7; 8] работа выполняется с 4 ед. ресурса ***C4***. Следовательно $W_1 = 4 * (8 - 6{,}7) = 5{,}2$. Тогда $W_2 = W - W_1 = 6 - 5{,}2 = 0{,}8$. Оставшийся объем работы, согласно графику, можно доделать с 2 ед. трудовых ресурсов специализации ***C4***. Следовательно, $t_2 = 0{,}8 / 2 = 0{,}4$ ***дня***. Проанализируем полученный график (табл. 5).

Таблица 5

ОБЩИЙ ГРАФИК РАБОТ ПРОЕКТОВ

Проект 1											
Работа 1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	1				-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Проект 2											
Работа 1	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	-	-	2		-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	1		-	-	-	-	-	-	-

Проект 1											
Работа 5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Проект 3											
Работа 1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Работа 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Длительность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ресурс С1 тр	4	4/2	2	2/3	2	2/3	3	-	-	-	-
Ресурс С2 тр	5	5	-	-		0	0	1	1	1	-
Ресурс С3 тр	-	-	2	2	2	2	2	2	0	2	2
Ресурс С4 тр	-	1	4	4	0	4	4	4	4/3	1	1
Ресурс С5 тр	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-
Ресурс С1 им	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ресурс С2 им	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ресурс С3 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С4 им	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ресурс С5 им	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Выполняется 100% обеспеченность всех ИТ-проектов портфеля необходимыми ресурсами. Следовательно, получен оптимальный календарный график выполнения работ ИТ-проектов портфеля с оптимальным распределением трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля. Общая длительность выполнения портфеля ИТ-проектов составила ***T = 11 дней***.

Для второго портфеля ИТ-проектов с учетом наличия фактического количества ресурсов, представленного в табл. 4, получено следующее решение (табл. 6).

Таблица 6

АНАЛИЗ ПОРТФЕЛЯ 2

Проект 1																	
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Проект 2																	
Работа 1	1			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	2			-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Проект 3																	
Работа 1	1				2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	-	-	2	3		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3		-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2				-	-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2			-
Длительность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Ресурс С1 тр	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3/1	-	-	-	-	-	-	-
Ресурс С2 тр	3	3	3	3	3	3	3/0	-	1	0/3	3	3	3/0	-	-	-	-
Ресурс С3 тр	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-

Проект 1																	
Ресурс С4 тр	1	1	1	2	2		2	2	2	0/2	2	2	2	2	2	2	2/0
Ресурс С5 тр	-	-	-	-	-	2	2	2	-	0/1	1	1	1/0	-	-	-	-
Ресурс С1 им	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ресурс С2 им	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ресурс С3 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С4 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С5 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Согласно полученному графику (табл. 6) длительность выполнения портфеля 2 ИТ-проектов составляет $T_2^1 = 17,5$ ***дней***.

Для портфеля 3 ИТ-проектов с учетом наличия фактического количества ресурсов, представленного в табл. 4, получено следующее решение (табл. 7).

Таблица 7

АНАЛИЗ ПОРФТЕЛЯ 3

Проект 1												
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	-	1			-
Проект 2												
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	-	1	2		-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	-	-	-	2			-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	2		1			-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Проект 3												
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	-	-	2			-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	2		1	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	1			-	-
Длительность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ресурс С1 тр	2	2/0	-	-	0/2	2	2	-	-	-	-	-
Ресурс С2 тр	2	2	2	2	-	0/2	2	2	-	-	-	-
Ресурс С3 тр	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Ресурс С4 тр	2	2	2	2	2/0	-	-	-	-	-	-	-
Ресурс С5 тр	2	2	2/0	0/2	2	2	2/0	1	1	1	-	-
Ресурс С1 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С2 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С3 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С4 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ресурс С5 им	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Согласно полученному графику (табл. 7), длительность выполнения портфеля 3 ИТ-проектов составляет $T_3^1 = 11$ ***дней***.

Метод динамического программирования. Решим задачу методом динамического программирования. При использовании в качестве значений скорости выполнения работ набора конечного числа дискретных величин следует применять метод динамического программирования.

Имеется пять групп (специализаций) работ. Следовательно, необходимо решить пять систем уравнений, согласно системе уравнений (1):

$$\begin{cases} T_1 = \dfrac{W_1}{u_1} + \dfrac{W_2}{u_2} + \dfrac{W_3}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i1} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}; \qquad (2)$$

$$\begin{cases} T_2 = \dfrac{W_1}{u_1} + \dfrac{W_3}{u_3} \\ \sum\limits_{i \in 1,3} u_{i2} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = 1,3 \end{cases}; \qquad (3)$$

$$\begin{cases} T_3 = \dfrac{W_2}{u_2} + \dfrac{W_3}{u_3} \\ \sum\limits_{i \in 2,3} u_{i3} \le 2 \\ u_i \ge 1,\ i = 2,3 \end{cases}; \qquad (4)$$

$$\begin{cases} T_4 = \dfrac{W_1}{u_1} + \dfrac{W_2}{u_2} + \dfrac{W_3}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i4} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}; \qquad (5)$$

$$\begin{cases} T_5 = \dfrac{W_1}{u_1} \\ \sum\limits_{i \in 1} u_{i5} \le 1 \\ u_i \ge 1,\ i = 1 \end{cases}. \qquad (6)$$

Решим первую систему уравнений (рис. 3):

$$\begin{cases} T_1 = \dfrac{9}{u_1} + \dfrac{4}{u_2} + \dfrac{4}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i1} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}.$$

1 шаг

u_{k2}	u_3	$minT_3$
1	1	4
2	2	2
3	3	1.33
4	4	1

2 шаг

u_{1k} \ u_2	1	2	$minT_2$
2	4+4	-	8
3	4+2	2+4	6

3 шаг

u_{H1} \ u_1	1	2	$minT_1$
4	9+1.33	4.5+2	6.5

Решение: $u_1 = 2$, $u_2 = 1$, $u_3 = 1$

Рис. 3. Решение системы уравнений 1 методом динамического программирования

Опишем представленное решение. Для решения системы уравнения используется принцип оптимальности Беллмана [7, с. 20-24]. Рассматривается три интервала распределения ресурсов между ИТ-проектами (количество интервалов зависит от количества ИТ-проектов, участвующих в распределении) (рис. 4).

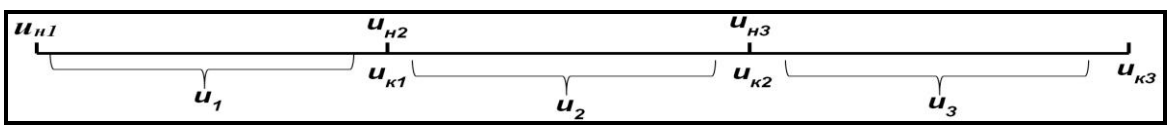

Рис. 4. Метод динамического программирования

Согласно рис. 4, u_{H1}, u_{H2}, u_{H3} – количество трудовых ресурсов на начало рассматриваемого интервала;

u_{K1}, u_{K2}, u_{K3} – количество трудовых ресурсов на конец рассматриваемого интервала;

u_1, u_2, u_3 – количество трудовых ресурсов, распределенное в рассматриваемом интервале.

Отметим, что $u_{H2} = u_{K1}$, $u_{H3} = u_{K2}$, $u_{K2} = u_3$ (так как все ресурсы должны быть задействованы в реализации портфеля ИТ-проектов).

В решаемой задаче u_{H1} = 4, u_{K3} = 0 (так как предполагается полностью использовать имеющиеся трудовые ресурсы).

Решим систему уравнений 2 (рис. 5).

$$\begin{cases} T_2 = \dfrac{3}{u_1} + \dfrac{7}{u_3} \\ \sum\limits_{i \in 1,3} u_{i2} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = 1,3 \end{cases}.$$

1 шаг

u_{k2}	u_3	min T_3
1	1	7
2	2	3.5
3	3	2.33

2 шаг

u_{H1} \ u_1	1	2	3	$minT_1$
4	3+2.33	1.5+3.5	1+7	5

Решение: $u_1 = 2$, $u_3 = 2$

Рис. 5. Решение системы уравнений 2 методом динамического программирования

Решаем систему уравнений 3:

$$T_3 = \frac{7}{u_2} + \frac{6}{u_3}$$

$$\sum_{i \in 2,3} u_{i3} \le 2 \quad .$$

$$u_i \ge 1,\ i = 2,3$$

С учетом требования, что на каждый проект необходимо выделить минимум одного сотрудника, получаем решение: u_2 =1, u_3 =1.

Решаем систему уравнений 4 (рис. 6).

$$\begin{cases} T_4 = \dfrac{7}{u_1} + \dfrac{6}{u_2} + \dfrac{9}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i4} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}$$

1 шаг

u_{2k}	u_3	$min\ T_3$
1	1	9
2	2	4,5

2 шаг

u_{1k} \ u_2	1	2	$minT_2$
2	6+9	-	15
3	6+4,5	3+9	10,5

3 шаг

u_{H1} \ u_1	1	2	$minT_1$
4	7+10,5	3,5+15	17,5

Решение: $u_1 = 1,\ u_2 = 1,\ u_3 = 2$

Рис. 6. Решение системы уравнений 4 методом динамического программирования

Решим систему уравнений 5:

$$\begin{cases} T_5 = \dfrac{4}{u_1} \\ \sum\limits_{i=1} u_{i5} \le 1 \\ u_i \ge 1,\ i = 1 \end{cases}.$$

Из системы видно, что $u_1 = 1$. Таким образом, получены следующие результаты (табл. 8).

Рассчитаем длительность выполнения портфеля ИТ-проектов.

Время выполнения ИТ-проекта 1:

T_1^1 = *max{1работа + 2работа} + + max{3работа, 4работа} + 5работа + + 6работа + 7работа = = 2,5+4++2+3+2=13,5 дней*.

В случае выбора максимального времени выполнения одной из нескольких работ, работы выполняются последовательно. Время выполнения ИТ-проекта 2: T_1^2 *= 1работа + max{2работа, 3работа, 4работа} + 5работа = 2 + 6 + 3 = 11 дней*.

Время выполнения ИТ-проекта 3: T_1^3 = *max{1работа, 2работа} + 3работа + max {4работа, 5работа} + max * {6работа, 7работа} + 8работа = 2,5 + 2 + 3 + 1,5 + 3 = 12 дней*.

Общее время выполнения портфеля ИТ-проектов T_1 = *max{T_1^1, T_1^2, T_1^3} = max{13,5; 11; 12} =13,5 дней*.

Отобразим на графике решение, полученное методом динамического программирования (табл. 9)

Таблица 8

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ ПЕРВОГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	ИТ-проект 1 (группы работ)							ИТ-проект 2 (группы работ)					ИТ-проект 3 (группы работ)							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8
Специализация	C1	C2	C4	C5	C1	C4	C4	C1	C3	C4	C1	C3	C1	C2	C1	C3	C4	C2	C4	C3
Очередность выполнения	1	1	2	2	3	4	5	1	2	2	2	3	1	1	2	3	3	4	4	5
Объем работы	5	3	2	4	4	3	2	2	4	6	2	3	2	5	2	3	6	2	3	3
Максимальный объем трудовых ресурсов	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1
Время выполнения	2,5	1,5	2	4	2	3	2	2	4	6	2	3	2	2,5	2	3	3	1	1,5	3

Таблица 9

ГРАФИК РАБОТ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Проект 1															
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	1			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Проект 2															
1 работа	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 работа	-	-	1				-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 работа	-	-	1						-	-	-	-	-	-	-
4 работа	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 работа	-	-	-	-	-	-	-	-	1			-	-	-	-
Проект 3															
Работа 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-
Работа 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1			-	-	-
Длительность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

C1 требуем.	4	4	3/2	2	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0
C2 требуем	4	4	4	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
C3 требуем	0	0	1	1	1/2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0
C4 требуем	0	0	1/2	2	2/3	3	3	3	2/3	1	1	1	1	1	0
C5 требуем	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C2 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C3 наличие	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C4 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
C5 наличие	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Согласно графику, все ИТ-проекты обеспечены ресурсами, и время реализации портфеля ИТ-проектов составляет T = 13,5 дней.

Далее можно вручную скорректировать график, используя освободившиеся ресурсы с проекта в других проектах портфеля. Например, работу 5 первого проекта могут выполняться максимально три сотрудника. По распределению два сотрудника, но с учетом освободившихся сотрудников ***C1*** специализации в других проектах, будем использовать трех сотрудников.

Следовательно, время выполнения работы 5 сократилось с 2 дней до 1,4 дней. Также работа 6 проекта 1 может быть выполнена двумя сотрудниками вместо одного (табл. 10). Таким образом, время выполнения портфеля ИТ-проектов сократилось до T = 11,5 дней.

Результаты, полученные при решении задачи распределения трудовых ресурсов в портфеле 2 ИТ-проектов методом динамического программирования, отражены в табл. 11.

Общее время выполнения второго портфеля ИТ-проектов, полученное методом динамического программирования, составляет $T_2 = (6+4+6+2)+$ $+(4+4+6)\ +(12+2+8+6) = 60$ *дней*.

Результаты, полученные при решении задачи распределения трудовых ресурсов в третьем портфеле ИТ-проектов, отражены в табл. 12.

Общее время выполнения третьего портфеля ИТ-проектов, полученное методом динамического программирования, составляет $T_3 = (7+4+5+3)+$ $+(8+7)+\ (3+5+4+3) = 49$ *дней*.

Таблица 10

УЛУЧШЕННЫЙ ГРАФИК РАБОТ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Проект 1															
Работа 1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	1			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Проект 2															
Работа 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	-	-	1				-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	1						-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	-	-	-	1			-	-	-	-
Проект 3															
Работа 1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 2	2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 3	-	-	-	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Работа 4	-	-	-	-	-	1			-	-	-	-	-	-	-
Работа 5	-	-	-	-	-	2			-	-	-	-	-	-	-
Работа 6	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Работа 7	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-	-	-	-	-
Работа 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		-	-	-

Длительность	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
С1 требуем.	4	4	3/2	2	1	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0
С2 требуем	4	4	4	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
С3 требуем	0	0	1	1	1/2	2	1	1	1	2	2	1	0	0	0
С4 требуем	0	0	1/2	2	2/3	3	3	3	4	2	1	1	0	0	0
С5 требуем	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
С1 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
С2 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
С3 наличие	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
С4 наличие	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
С5 наличие	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Таблица 11

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ ВТОРОГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименоване	ИТ-проект 1 (группы работ)						ИТ-проект 2 (группы работ)						ИТ-проект 3 (группы работ)						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
Специализация	С1	С2	С1	С5	С1	С2	С4	С2	С3	С4	С3	С4	С1	С2	С1	С2	С5	С4	С4
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	4	1	1	2	2	3	3	1	1	2	3	3	3	4
Объем работы	6	3	4	6	2	1	3	4	6	4	8	6	10	12	4	8	3	8	6
Максимальный объем трудовых ресурсов	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1
Время выполнения	6	3	4	6	2	1	3	4	3	4	4	6	5	12	2	8	3	8	6

Таблица 12

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ ТРЕТЬЕГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	ИТ-проект 1 (группы работ)					ИТ-проект 2 (группы работ)						ИТ-проект 3 (группы работ)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Специализация	С5	С3	С5	С2	С3	С4	С2	С3	С2	С3	С1	С1	С4	С5	С1	С5
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	1	1	1	2	2	2	1	2	3	3	4
Объем работы	5	7	4	5	3	4	8	5	6	7	1	3	5	2	4	3
Максимальный объем трудовых ресурсов	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Время выполнения	5	7	4	5	3	4	8	5	6	7	1	3	5	2	4	3

Метод сетевого программирования

Решим задачу методом сетевого программирования [2, с. 56-81; 3, с. 40-61].

Решим систему уравнений 1 (рис. 7):

$$\begin{cases} T_1 = \dfrac{9}{u_1} + \dfrac{4}{u_2} + \dfrac{4}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i1} \le 4 \\ u_i \ge 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Данная система уравнений решается в два шага. На первом шаге решается уравнение: $T_{11} = \dfrac{9}{u_1} + \dfrac{4}{u_2}$, на втором шаге решается уравнение $T_1 = T_{11} + \dfrac{4}{u_3}$ при заданных ограничениях.

Рис. 7. Решение системы уравнений 1 методом сетевого программирования

В рассматриваемой системе уравнений, u_i = 1,2, где $i = \overline{1,3}$, в связи с тем, что каждое u_i должно быть $u_i \geq 1$. При выполнении каждого последующего шага рассматриваем только Парето-оптимальные решения. Например, на первом шаге получено два решения при использовании в совокупности 3 ед. ресурса в ИТ-проектах 1 и 2: время выполнения 8,5 дней и 11 дней. Парето-оптимальным является решение 8,5 дней (выделено серым цветом). Следовательно, оно используется в шаге 2.

Решим систему уравнений 2 (рис. 8):

Рис. 8. Решение системы уравнений 2 методом сетевого программирования

$$\begin{cases} T_2 = \dfrac{3}{u_1} + \dfrac{7}{u_3} \\ \sum\limits_{i \in 1,3} u_{i2} \leq 4 \\ u_i \geq 1,\ i = 1,3 \end{cases}$$

Решаем систему уравнений 3:

$$\begin{cases} T_3 = \dfrac{7}{u_2} + \dfrac{6}{u_3} \\ \sum\limits_{i \in 2,3} u_{i3} \leq 2 \\ u_i \geq 1,\ i = 2,3 \end{cases}.$$

С учетом требования, что на каждый проект необходимо выделить минимум одного сотрудника, получаем решение: u_2 = 1, u_3 = 1.

Решаем систему уравнений 4 (рис. 9):

$$\begin{cases} T_4 = \dfrac{7}{u_1} + \dfrac{6}{u_2} + \dfrac{9}{u_3} \\ \sum\limits_{i=1}^{3} u_{i4} \leq 4 \\ u_i \geq 1,\ i = \overline{1,3} \end{cases}.$$

Рис. 9. Решение системы уравнений 4 методом сетевого программирования

Решим систему уравнений 5:

$$\begin{cases} T_5 = \dfrac{4}{u_1} \\ \sum\limits_{i \in 1} u_{i5} \leq 1 \\ u_i \geq 1,\ i = 1 \end{cases}.$$

Из системы видно, что u_1 =1. Таким образом, получены результаты, аналогичные результатам метода динамического программирования.

Результаты, полученные при решении задачи распределения трудовых ресурсов в портфеле 2 ИТ-проектов методом сетевого программирования, отражены в табл. 143. Общее время выполнения портфеля 2 ИТ-проектов, полученное методом динамического программирования, составляет $T_2 = (6+4+6+2) + (4+4+6) + (12+2+8+6) = 60$ *дней*.

Результаты, полученные при решении задачи распределения трудовых ресурсов в портфеле 3 ИТ-проектов, отражены в табл. 154. Общее время выполнения портфеля 3 ИТ-проектов, полученное методом динамического программирования, составляет $T_3 = (7+4+5+3) + (8+7) + (3+5+4+3) = 49$ *дней*.

Таблица 143

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ ВТОРОГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	ИТ-проект 1 (группы работ)						ИТ-проект 2 (группы работ)						ИТ-проект 3 (группы работ)						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
Специализация	C1	C2	C1	C5	C1	C2	C4	C2	C3	C4	C3	C4	C1	C2	C1	C2	C5	C4	C4
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	4	1	1	2	2	3	3	1	1	2	3	3	3	4
Объем работы	6	3	4	6	2	1	3	4	6	4	8	6	10	12	4	8	3	8	6
Максимальный объем трудовых ресурсов	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1
Время выполнения	6	3	4	6	2	1	3	4	3	4	4	6	5	12	2	8	3	8	6

Таблица 154

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ ТРЕТЬЕГО ПОРТФЕЛЯ ИТ-ПРОЕКТОВ

Наименование	ИТ-проект 1 (группы работ)					ИТ-проект 2 (группы работ)						ИТ-проект 3 (группы работ)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Специализация	C5	C3	C5	C2	C3	C4	C2	C3	C2	C3	C1	C1	C4	C5	C1	C5

Наименование	ИТ-проект 1 (группы работ)					ИТ-проект 2 (группы работ)						ИТ-проект 3 (группы работ)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5
Очередность выполнения	1	1	2	3	4	1	1	1	2	2	2	1	2	3	3	4
Объем работы	5	7	4	5	3	4	8	5	6	7	1	3	5	2	4	3
Максимальный объем трудовых ресурсов	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Время выполнения	5	7	4	5	3	4	8	5	6	7	1	3	5	2	4	3

Сравнительный анализ методов распределения трудовых ресурсов

Рассмотрим подробно полученные результаты (табл. 15).

Таблица 1516

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Наименование	Портфель 1 ИТ-проектов	Портфель 2 ИТ-проектов	Портфель 3 ИТ-проектов
Метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля	11 дней	17,5 дней	11 дней
Метод динамического программирования	13,5 дней	60 дней	49 дней
Метод сетевого программирования	13,5 дней	60 дней	49 дней

Анализ полученных результатов, отраженных в табл. 16, показал, что методы динамического программирования и сетевого программирования в задачах распределении трудовых ресурсов между взаимосвязанными работами разных специализаций ИТ-проектов портфеля являются неэффективными в связи с тем, что не учитывают последовательность выполнения групп работ внутри ИТ-проекта портфеля. Однако следует отметить, что метод динамического программирования и метод сетевого программирования являются менее трудоемкими по сравнению с методом последовательной реализации ИТ-проектов портфеля. При этом решение, полученное методом динамического программирования для первого портфеля ИТ-проектов, улучшено за счет оптимизации календарного графика (см. метод динамического программирования) (для улучшения решения потребовались минимальные трудовые затраты). Важно также отметить, что параллельное выполнение ИТ-проектов портфеля уменьшает командировочные расходы, значение которых при использовании метода последовательной реализации ИТ-проектов портфеля является высоким.

Поэтому каждый из рассмотренных методов имеет свои преимущества и недостатки. Для выделения таковых необходимо рассмотреть полученные результаты в срезе критериев, используемых ИТ-компанией при построении календарного графика реализации портфеля ИТ-проектов. Для ИТ-компании наиболее оптимально распределить трудовые ресурсы между ИТ-проектами портфеля таким образом, чтобы перемещения сотрудников между ИТ-проектами портфеля (командировочные расходы) были минимальными. Однако ИТ-компания одновременно заинтересована в сокращении длительности выполнения портфеля ИТ-проекта (эффективность составления календарного графика). В качестве критериев при оценке методов используются также характерные особенности методов, например, ограничения на минимальное количество сотрудников или количество ИТ-проектов в портфеле (табл. 1617).

Таблица 16

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ

Критерии оценки методов	Последовательное выполнение ИТ-проектов портфеля	Одновременное выполнение всех ИТ-проектов портфеля	
	Метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля	Метод динамического программирования	Метод сетевого программирования
Командировочные расходы	Высокие	Низкие	Низкие
Трудоемкость метода	Высокая	Средняя	Низкая
Эффективность метода относительно времени реализации портфеля	Высокая	Низкая	Низкая
Эффективность метода относительно стоимости реализации портфеля	Низкая	Высокая	Высокая
Ограничения на минимальное количество сотрудников	нет	есть (минимум 1 сотрудник на 1 ИТ-проект)	есть (минимум 1 сотрудник на 1 ИТ-проект)
Последовательность выполнения ИТ-проектов портфеля	Последовательное выполнение ИТ-проектов портфеля	Параллельное выполнение всех ИТ-проектов портфеля	Параллельное выполнение всех ИТ-проектов портфеля
Количество ИТ-проектов в портфеле	Среднее	Среднее	Много

Следовательно, при решении задачи минимизации времени выполнения портфеля ИТ-проектов необходимо сначала проанализировать специфику задачи, а затем выбрать соответствующий метод ее решения. Алгоритм анализа специфики портфеля ИТ-проектов представлен на рис. 10.

Таким образом, представим общие рекомендации по использованию методов при решении задачи распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля. В случае выполнения требования минимального количества трудовых ресурсов необходимо применить метод динамического программирования (в случае большого количества ИТ-проектов в портфеле – сетевого программирования). Затем, учитывая допустимый объем затрат на командировочные расходы, необходимо оптимизировать календарный гра-

фик с использованием метода последовательной реализации ИТ-проектов портфеля. В случае невыполнения требования минимального количества трудовых ресурсов необходимо применить метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля с учетом ограничения на командировочные расходы

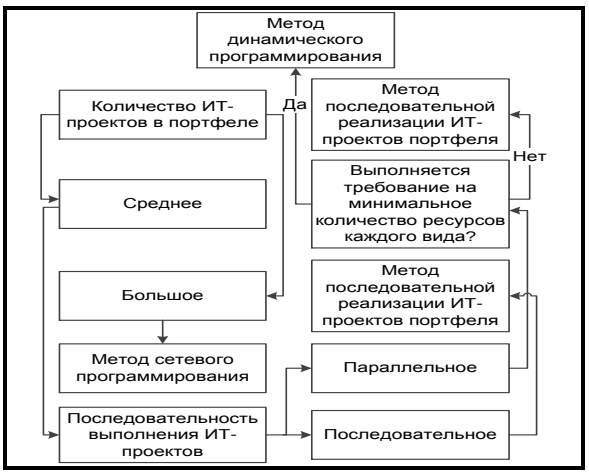

Рис. 10. Выбор метода при распределении трудовых ресурсов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложены новые подходы к решению задачи распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля в зависимости от последовательности реализации портфеля (последовательная или параллельная). В зависимости от выбранного подхода применяются различные методы к распределению трудовых ресурсов. В случае общего ограничения на срок реализации портфеля ИТ-проектов со стороны заказчиков ИТ-проектов, а также выполнения требования минимального количества трудовых ресурсов, наиболее рационально применить метод сетевого программирования, а затем оптимизировать полученный календарный график реализации портфеля. Достоинством данного метода являются минимальные затраты на реализацию портфеля в связи с тем, что трудовые ресурсы распределяются по ИТ-проектам без перемещения между ними, поэтому командировочные расходы являются минимальными.

В остальных случаях, например, заданы ограничения на каждый ИТ-проект реализуемого портфеля, целесообразно использовать метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля, который позволяет составить календарный план реализации портфеля с максимально возможной интенсивностью использования трудовых ресурсов, следовательно, минимальной длительностью реализации портфеля.

Литература

1. Баркалов С.А. и др. Математические основы управления проектами [Текст] / С.А. Баркалов, В.И. Воропаев, Г.И. Секлетова и др. ; под ред. В.Н. Буркова. – М. : Высшая школа, 2005. – 423 с.
2. Буркова И.В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами [Текст] : автореф. дисс. … д-ра техн. наук / И.В. Буркова. – М., 2012. – 181 с.
3. Бурков В.Н. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами [Текст] / В.Н. Бурков, И.В. Буркова // Управление большими системами: сб. тр. — 2010. – Вып. 30-1. – С. 40-61.
4. Бурков В.Н. и др. Модели и методы мультипроектного управления [Текст] / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович. – М. : ИПУ РАН, 1997. – 62 с.
5. Динг Р. Критические факторы успеха проекта: некоторые аспекты управления IT-проектами в Китае [Текст] / Р. Динг // Управление проектами и программами. – 2009. – №1. – С. 6-13.
6. Йеличич Б. Понять и воплотить [Текст] / Б. Йеличич, Е. Пузырникова // Вестник McKinsey. – 2004. – №3.
7. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах [Текст] : учеб. пособие / А.В. Лежнев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 176 с.
8. Матвеев А.А. и др. Модели и методы управления портфелями проектов [Текст] / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М. : ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
9. Ципес Г.Л. Типовые решения в управлении проектами: принципы использования и проблемы внедрения [Текст] / Г.Л. Ципес // Управление проектами и программами. – 2009. – №4. – С. 296-301.
10. IDC [Электронный ресурс] : официальный сайт агентства. Режим доступа: http://www.idc.com/.
11. Standish group [Электронный ресурс] : официальный сайт компании. Режим доступа: http://www.standishgroup.com.

Ключевые слова

Портфель ИТ-проектов; дискретная оптимизация; календарное планирование.

Сотникова Анита Витаутасовна

РЕЦЕНЗИЯ

Статья посвящена проблеме поиска эффективных методов распределения трудовых ресурсов при управлении портфелем ИТ-проектов.

Представленная статья является актуальной в связи с отсутствием на современном этапе эффективного метода распределения общих трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля с учетом строго заданной последовательности выполнения работ ИТ-проекта.

В рассматриваемой статье автор решает задачу распределения ограниченных ресурсов между ИТ-проектами портфеля следующими методами: метод последовательной реализации ИТ-проектов портфеля с максимально возможным использованием трудовых ресурсов, метод динамического программирования, метод сетевого программирования. Решение задачи осуществляется на примере нескольких портфелей ИТ-проектов.

В результате проведенных исследований автором предлагается при выборе метода решения задачи распределения трудовых ресурсов использовать дерево решений выбора метода с учетом специфики реализуемого портфеля ИТ-проектов.

Научная статья А. В. Сотниковой «Эффективность методов при решении задачи оптимального распределения трудовых ресурсов между ИТ-проектами портфеля» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к научным работам подобного рода. Полагаю, что рецензируемая статья заслуживает публикации в научном издании, включенном в перечень Высшей аттестационной комиссии РФ.

Тельнов Ю.Ф., д.э.н, профессор, зав. кафедрой прикладной информатики в экономике Московского государственного университета экономики, статистики и информатики