Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра управления

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовых работ
для обучающихся всех направлений и специальностей
всех форм обучения

Воронеж 2022

УДК 330(07)
ББК 65я7

Составитель
канд. экон. наук, доц. О. Н. Бекирова

Управление проектами: методические указания к выполнению курсовых работ для обучающихся всех направлений и специальностей всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»; сост.: О. Н. Бекирова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. – 27 с.

Основной целью методических указаний является выработка навыков практической работы на основе структуризации изучаемого материала по обобщенным разделам и темам курса «Управление проектами».

Предназначены для обучающихся всех направлений и специальностей всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_КР_УП.pdf.

Ил. 3. Табл. 15.

УДК 330(07)
ББК 65я7

Рецензент – *Я.С. Строганова, канд. техн. наук, доц. кафедры управления ВГТУ*

Издается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного технического университета

ВВЕДЕНИЕ

Цели изучения дисциплины «Управление проектами»: овладение профессиональными компетенциями, связанными с решением комплекса задач управления инвестициями; овладении основными приемами и методами инвестиционного менеджмента и формирование навыков их использования при разработке и реализации управленческих решений в соответствии с квалификационными требованиями.

Изучение данного курса позволит понять сущность и социальную значимость приобретаемой профессии; определить роль и место инвестиционного менеджмента в системе экономических и управленческих дисциплин; получить знания и навыки управления организацией, нахождения и применения управленческих решений в целях обеспечения эффективного управления инвестициями.

Задачами дисциплины «Управление проектами» являются:

– усвоение теории и методологии инвестиционного менеджмента;

– формирование целостного представления об источниках и методах финансирования инвестиций, методах эффективного ведения инвестиционной деятельности в современных условиях;

– изучение подходов к управлению и организации инвестиционной деятельности на предприятиях и в организациях;

– получение навыков обоснования и принятия инвестиционных решений.

Результатом освоения дисциплины является освоение компетенций согласно учебному плану соответствующей специальности. Тематика приведенных в данных методических указаниях Разделов дисциплины «Управление проектами» это обобщенная основа в рамках курса видоизменяющаяся в некоторых позициях согласно специальности и направления подготовки обучающихся, имеющая, однако общую суть. Практические и тестовые задания в рамках изучения соответствующего раздела могут корректироваться в зависимости от специальности и направления подготовки обучающихся, дополняться и сокращаться по линейке согласования преподаватель-студент.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 1
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Рассмотрим инвестиционный проект, предполагающий создание нового производства.

В качестве метода расчета ставки дисконтирования предлагается использовать – метод кумулятивного построения.

Метод кумулятивного построения является экспертным методом и здесь ставка дисконтирования определяется по следующей формуле

$$\alpha = R + \sum_{j=1}^{k} G_j \tag{1.1}$$

где R – безрисковая ставка;

$j = [1, k]$ – количество учитываемых инвестиционных рисков;

G_j – премия за j-ый риск.

Расчет ставки дисконтирования всегда затруднителен в виду отсутствия регламентированных значений входящих в нее величин, каждая из которых должна определяться из трудоемких детальных исследований. В связи с этим, как уже отмечалось за α берется ставка банковского процента по сберегательному вкладу.

Оценка эффективности проектов позволяет выбрать из числа имеющихся наиболее эффективные, то есть те, будущие выгоды которых, оправдают сегодняшние затраты.

1. Чистая текущая стоимость (net present value (NPV)) – это разница между суммой денежных поступлений (денежных притоков), порождаемых реализацией инвестиционного проекта и дисконтированных к текущей их стоимости, и суммой дисконтированных текущих стоимостей всех затрат (денежных оттоков), необходимых для реализации этого проекта.

Чистую текущую стоимость можно рассматривать с нескольких позиции.

Если все инвестиции осуществляются в момент начала проекта, то *NPV* рассчитывается следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+\alpha)^t} - I_0 \tag{1.2}$$

где I_0 – первоначальное вложение средств,

CF_t (cash flow) – поступления денежных средств (денежный поток) в конце периода *t*,

α – желаемая норма прибыльности (рентабельности), то есть тот уровень доходности инвестируемых средств, который может быть обеспечен при помещении их в банки под проценты, а не при использовании на данный инвестиционный проект.

Однако в реальной действительности, чаще всего встречаются ситуации, когда проект предполагает длительные затраты, то есть не разовые. Эта ситуация более привычна для России. Инвестиции осуществляются не одномоментно, а по частям – на протяжении нескольких месяцев или даже лет. В этом случае *NPV* рассчитывается так:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t - I_t}{(1+\alpha)^t} \qquad (1.3)$$

где I_t – инвестиционные затраты в период *t*.

Критерий принятия решения в методе *NPV* одинаков для любых видов инвестиций и организаций.

Если $NPV > 0$ – инвестиционный проект стоит принять, то есть текущая стоимость доходов превышает текущую стоимость затрат, а следовательно, благосостояние фирмы, инвестора растет.

Если $NPV < 0$, то ситуация складывается противоположным образом.

Если $NPV = 0$, то доход от реализации проекта равен затратам на него. В этом случае, скорее всего проект инвестору, фирме будет не интересен.

2. Внутренняя норма прибыли (внутренняя норма доходности) (internal rate of return (*IRR*)) – это такое положительное число *P,* когда при норме дисконта $\alpha = P$ $NPV = 0$.

Таким образом, чтобы найти значение внутренней нормы прибыли проекта, необходимо решить уравнение вида $NPV(\alpha) = 0$ относительно α.

Для оценки эффективности проекта значение IRR необходимо сопоставить с нормой дисконта α. Проекты, у которых $IRR > \alpha$, имеют положительное *NPV* и поэтому эффективны. А те, у которых $IRR < \alpha$, имеют отрицательное *NPV и* поэтому неэффективны.

Приближенное значение IRR можно получить путем расчета методом интерполяции. Для расчета необходимо два значения *NPV,* наиболее близко лежащие к нулю: одно – минимальное положительное значение, второе – максимальное отрицательное значение, а также соответствующие каждому из *NPV* нормы дисконта:

$$IRR = \alpha_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2}(\alpha_2 - \alpha_1) \qquad (1.10)$$

где α_1 – норма дисконта, при которой $NPV > 0$;

α_2 – норма дисконта, при которой $NPV < 0$;

NPV_1 – положительное значение *NPV* при норме дисконта α_1;

NPV_2 – отрицательное значение *NPV* при норме дисконта α_2.

Недостатком метода IRR является то, что уравнение $NPV(\alpha) = 0$ необязательно имеет один положительный корень. Оно может вообще не иметь корней или иметь несколько положительных корней.

Для того чтобы преодолеть эти трудности, лучше определять IRR иначе. Пусть *IRR* – это положительное число *P* такое, что *NPV:*

– при норме дисконта $\alpha = P$ обращается в 0;

– при всех $\alpha > P$ отрицательна;

– при всех $0 \le \alpha \le P$ положительна.

Определенная таким образом *IRR***,** если только существует, всегда единственна.

3. Метод расчета периода окупаемости проекта (payback period (*PP*)) состоит в определении продолжительности наименьшего периода, по истечении которого текущий чистый доход становится и в дальнейшем остается неотрицательным.

По результатам расчета *PP* выбирается проект или с наименьшим сроком окупаемости, или для которого рассчитанный срок окупаемости меньше максимально приемлемого (устанавливается инвестором произвольно).

Возможны два варианта расчета срока окупаемости.

При равномерном распределении дохода по годам срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$PP = \frac{I_0}{\bar{\phi}} \tag{1.11}$$

где $\bar{\phi}$ – средние денежные поступления от реализации проекта.

При неравномерном распределении дохода срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиции будут погашена кумулятивным (сумма нарастающим итогом) доходом (денежными поступлениями).

4. Метод *DPP* заключается в дисконтировании ежегодных чистых денежных поступлений по подходящей процентной ставке и определении количества лет, которое потребуется для дисконтированных денежных потоков, чтобы они окупили первоначальные затраты на инвестиции. Так как *DPP* учитывает временной аспект стоимости денег, он дает более долгий срок окупаемости, чем *PP*, и принимает во внимание большее количество денежных потоков от инвестиций.

Примечание. Переменная A=10+Вариант, где Вариант – это порядковый номер студента из списка преподавателя.

Таблицы с пометкой В для четных вариантов, с пометкой Б для нечетных вариантов, таблицы без пометки для обоих вариантов.

Исходные данные.

Рассмотрим инвестиционный проект, предполагающий создание нового производства. Предполагается реализация всего объема произведенных товаров. Исходная информация для расчетов дана в тысячах рублей. Проект рассчитан на пять лет. Производственная программа приведена в табл. 1.

Таблица 1

Производственная программа

Показатель	***Год***				
	1	***2***	***3***	***4***	***5***
Объем производства, шт.	2000+А	3000+А	3100+А	3200+А	3500+А

На предынвестиционной стадии предполагается произвести следующие затраты, в последствии относимые на расходы будущих периодов (табл. 2В, Б).

Таблица 2В

Предынвестиционные затраты, тыс. руб.

№ п/п	*Описание*	*Сумма*
1	Исследование возможностей проекта	200+А
2	Предварительные технико-экономические исследования	200+А
3	Бизнес-план	100+А
	Итого	500+3А

Таблица 2Б

Предынвестиционные затраты, тыс. руб.

№п/п	*Описание*	*Сумма*
1	Исследование возможностей проекта	200+А
2	Предварительные технико-экономические исследования	200+А
3	Маркетинговый план	40+А
4	Финансовый план	40+А
5	ТЭО	40+А
	Итого	520+5А

Планируется осуществить следующие инвестиционные издержки проекта (табл. 3В, Б).

Таблица 3В

Инвестиционные затраты, тыс. руб.

№ п/п	*Описание*	*Сумма*
1	Заводское оборудование	6000+А
2	Конвейерная линия	5000+А
3	Первоначальный оборотный капитал	2200+А
4	Нематериальные активы	800+А
	Итого	И

Таблица 3Б

Инвестиционные затраты, тыс. руб.

№ п/п	*Описание*	*Сумма*
1	Заводское оборудование	12000+А
2	Первоначальный оборотный капитал	2200+А
3	Нематериальные активы	800+А
	Итого	И

Амортизация начисляется равномерными долями в течение всего срока службы (пять лет). Через пять лет фирма сможет реализовать оборудование по цене в размере (А-5)% первоначальной стоимость.

Маркетинговые исследования показали, что фирма сможет реализовывать свою продукцию по цене Р=С+0,3С тыс. руб. за единицу. Затраты же на ее производство составят С тыс. руб. (табл. 4).

Таблица 4

Затраты на производство единицы продукции, тыс. руб.

№ п/п	*Описание*	*Сумма*
1	Материалы и комплектующие	8+А/100
2	Заработная плата и отчисления	0,8+А/100
3	Общезаводские и накладные расходы	0,3+А/100
4	Издержки на продажах	0,1+А/100
	Итого	С

Финансирование проекта предполагается осуществлять за счет долгосрочного кредита под А% годовых:

а) от первоначальной суммы кредита **(для четных вариантов)**,

б) на остаток непогашенной суммы кредита **(для нечетных вариантов).**

Схема погашения кредита приведена в табл. 5.

Таблица 5

Динамика погашения кредита, тыс. руб.

Период	***Год***					
	0	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***
Показатель						
Погашение основного долга	0	0	-0,25И	-0,25И	-0,25И	-0,25И
Остаток кредита	И	И	И-0,25И	И-0,5И	И-0,75И	0
Процентные выплаты **(Рассчитать самостоятельно с учетов варианта)**	0					

<u>Задание.</u> Определите эффективность, планируемого проекта, следующими методами:

1) Чистого дохода;

2) Срока окупаемости:

3) Дисконтированного срока окупаемости;

4) Чистого дисконтированного дохода;

5) Внутренней нормы доходности.

Приведите обоснование выбора ставки дисконтирования.

По результатам оценки эффективности проекта сформулируйте выводы.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 2
АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО МУЛЬТИПРОЕКТА (ИМП)

Напомним, что одними из основных целей мультипроектного управления предприятием является повышением его прибыльности, конкурентоспособности, финансовой устойчивости и социального благополучяе. Все это в большой степени зависит от его прибыльности. Для того чтобы деятельность предприятия была эффективной, то есть совокупность проектов, которую оно выполняет, давала максимальный эффект, необходимо заранее оптимизировать параметры инвестиционный мультипроект. В качестве параметров выступают такие как прибыль проекта, время начала проекта, момент вложения инвестиций в конкретный проект.

Таким образом, возникает необходимость разработки модели определения последовательности выполнения проектов, дающей максимальную прибыль к концу МП.

Для решения поставленной задачи рассмотрим МП состоящий из *n* проектов.

Время выполнения каждого проекта t_i выражено в месяцах. Время выполнения всех проектов $T=\sum_{i=1}^{n} t_i$. Далее везде период рассмотрения МП будет равен *T*, если иное не оговаривается. Это условие объяснимо на примере: если ежемесячные прибыли от последовательностей (1, 2) и (2, 1), начиная с $(T+1)$-го месяца равны, поэтому при сравнении проектов роли не играют и, следовательно, в расчетах их можно не учитывать.

В каждый момент времени может выполняться только один проект. Данное допущение эквивалентно условию, что работа над мультипроектом выполняется одной единицей ресурса типа «мощность».

Для осуществления *i*-го проекта необходимы инвестиции в размере C_i, то есть каждый проект не может быть реализован частично, значит, чтобы *i*-й проект был выполнен полностью, необходимо затратить в точности C_i. Суммарные инвестиции для осуществления мультипроекта $C=\sum_{i=1}^{n} C_i$.

Предполагается, что C_i вносятся в момент запуска соответствующего проекта.

После выполнения каждого *i*-го проекта, начатого в момент *t*, с момента $t_i^n = t + t_i + 1$ получаем ежемесячную прибыль в размере R_i в течение времени, оставшегося до окончания МП. Исходя из этого, можно сделать вывод, который состоит в том, что нам выгодно выполнить раньше тот проект, у которого R_i больше, чтобы получать эту прибыль в течение более долгого времени. Кроме того, следует учитывать длительность выполнения *i*-го проекта, так как проект с большой R_i и более долгим временем выполнения, возможно, принесет итоговую прибыль меньшую, чем проект с более низкой прибылью и коротким сроком выполнения. Рассмотрим пример иллюстрирующий это.

На основе постановки задачи можно записать математическую модель определения оптимальной последовательности выполнения проектов.

Если имеем перестановку проектов $(i_1, i_2, ..., i_n)$. τ_{i_k} – момент окончания k – проектов, S считается как сумма величин прибыли полученных от каждого проекта, приведенных к моменту *T*.

$$\tau_{i_k} = \sum_{j=1}^{k} t_{i_j}, \qquad (2.1)$$

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} A_i \to \max. \qquad (2.2)$$

где

$$A_i = \frac{R_i \dfrac{(1+\alpha)^{T-t_0-t_1} - 1}{\alpha} - C_i(1+\alpha)^{T-t_0}}{(1+\alpha)^T} \qquad (2.3)$$

<u>Теорема 1.</u> Пусть имеем ИМП, инвестирование которого осуществляется единовременно. Для получения максимальной прибыли от реализации ИМП достаточно все проекты, входящие в его состав, упорядочить по убыванию: $КПВ_{\alpha,C}(i) = \dfrac{R_i - C_i\alpha(1+\alpha)^{t_i}}{(1+\alpha)^{t_i} - 1}$, то есть

если $$\frac{R_l - C_l\alpha(1+\alpha)^{t_l}}{(1+\alpha)^{t_l} - 1} \geq \frac{R_m - C_m\alpha(1+\alpha)^{t_m}}{(1+\alpha)^{t_m} - 1}, \textbf{ то } l \prec m, \qquad (2.4)$$

где *l* и *m* – номера проектов.

<u>Примечание.</u> Переменная А=10+Вариант, где Вариант – это порядковый номер студента из списка преподавателя.

Таблицы с пометкой В для четных вариантов, с пометкой Б для нечетных вариантов, таблицы без пометки для всех вариантов.

<u>Исходные данные.</u>

Рассмотрим ИМП, состоящий из шести проектов, описанных в табл. 6В, Б.

Таблица 6В

Описание параметров ИМП

Название проекта	***a***	***b***	***c***	***d***	***e***	***f***
R_i, тыс. руб.	2+0,01А	7+0,01А	4+0,01А	6+0,01А	9+0,01А	4+0,01А
t_i, мес.	1	2	1	1	2	1
C_i, тыс. руб.	10	30	20	25	45	15

Таблица 6Б

Описание параметров ИМП

Название проекта	***a***	***b***	***c***	***d***	***e***	***f***
R_i, тыс. руб.	2+0,01А	7+0,01А	4+0,01А	6+0,01А	9+0,01А	4+0,01А
t_i, мес.	2	1	1	2	2	1
C_i, тыс. руб.	11	31	22	26	47	14

Задание.

Определите последовательность выполнения проектов ИМП, дающую максимальную прибыль, при условии, что инвестиции осуществляются в момент начала каждого проекта, и чистую прогнозируемую прибыль от этой последовательности проектов через 1,5 года (NPV).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 3 ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ ПРИ ЗАДАННОМ УРОВНЕ ФИНАНСИРОВАНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ КРЕДИТА ДЛЯ МАКСИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВОГО РЕЗУЛЬТАТА ПОРТФЕЛЯ

Описание работ.

В управлении проектами, при реформировании и реструктуризации предприятий и т.д., возникает необходимость определения набора мероприятий (проектов), реализация которых позволит достичь максимального эффекта при существующих ограничениях. Рассмотрим метод «затраты-эффект» на следующем примере.

Пусть определена совокупность возможных мероприятий, данные о которых приведены в таблице 7.

Таблица 7

Мероприятие №	***Затраты S***	***Эффект Q***	***Эффективность Э= Q / S***
1	40	80	2
2	100	300	3
3	50	50	1
4	60	240	4

В качестве базового учебного пособия по теории активных систем можно использовать [.].

Изменим номера мероприятий так, чтобы самое эффективное мероприятие получило номер 1, следующее за ним – номер 2 и т.д. При новой нумерации строим таблицу 8, в которой кроме затрат и эффекта по каждому мероприятию добавляются столбцы, в которых определяются затраты и эффект нарастающим итогом.

Таблица 8

Мероприятие №	***Затраты S***	***Эффект Q***	***Затраты нарастающим итогом***	***Эффект нарастающим итогом***
1	60	240	60	240
2	100	300	160	540
3	40	80	200	620
4	50	50	250	670

Таблица затрат и эффекта нарастающим итогом, в которой мероприятия пронумерованы в порядке убывания эффективности и отражает зависимость «затраты-эффект». График этой зависимости приведен на рисунке 1. Эта зависимость имеет замечательное свойство – она определяет максимальный эффект по данному критерию, который можно получить от заданного множества мероприятий при заданной величине финансирования. Фактический эффект может быть меньше за счет дискретности мероприятий. Действительно, если имеется 140 единиц финансовых ресурсов, то нельзя реализовать первые два мероприятия, требующие 160 единиц ресурса. Оптимальный вариант – реализовать второе и третье мероприятия, что дает суммарный эффект 380 единиц, что меньше, чем получается по зависимости рисунка 13 – эффект 480 единиц. Конечно, если бы каждое мероприятие можно было реализовать частично, с пропорциональным уменьшением и затрат, и эффекта, то зависимость рисунка соответствовала бы реальному эффекту при любом уровне затрат.

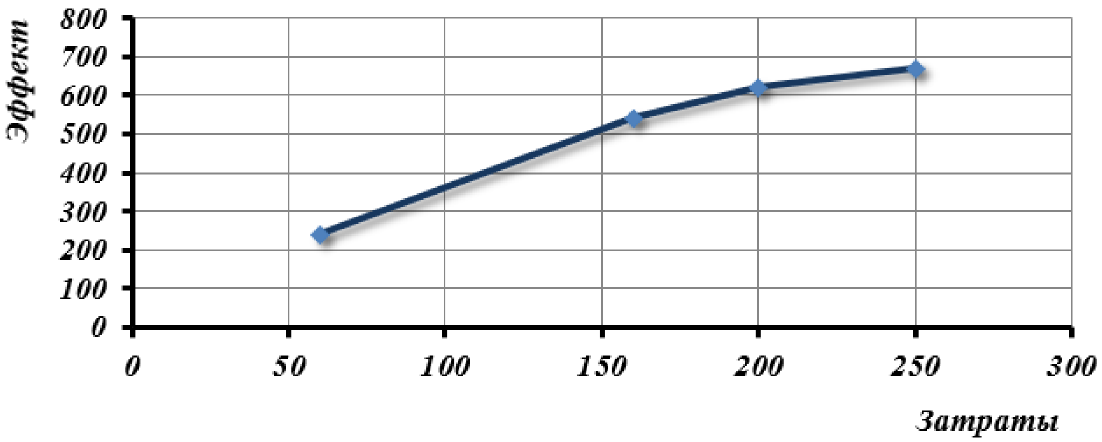

Рис. 1. Зависимость «затраты-эффект»

Для построения реальной зависимости «затраты-эффект» необходимо решить задачу о ранце, задавая различные уровни финансирования R:

$$\boldsymbol{240x_1 + 300x_2 + 80x_3 + 50x_4 \rightarrow max}$$

при ограничении $\boldsymbol{60x_1 + 100x_2 + 40x_3 + 50x_4 \leq R}$.

Для решения этой задачи при различных значениях К эффективным является метод динамического программирования. Для применения метода предварительно строим на плоскости систему координат, одна ось которой соответствует мероприятиям, а вторая – объему финансирования (рисунок 2). По оси мероприятий отмечаем номера мероприятий – 1, 2, 3, 4. Из начала координат проводим две дуги – одна горизонтальная, в точку (1,0), а другая – в точку (1,60), где 60 – объем финансирования первого мероприятия. Первая дуга соответствует случаю, когда первое мероприятие не финансируете) а вторая, – когда оно финансируется. Из каждой полученной точки ((1,0) и (1,60)) проводим также по две дуги, для второго мероприятия. Получаем уже четыре точки – (2,0), (2,60), (2,100) и (2,160), соответствующие четырем возможным вариантам для двух первых мероприятий (если бы оба мероприятия требовали одинакового финансирования, то мы получили бы три точки). Продолжая таким же образом, получаем сеть, приведенную на рисунке 2. Очевидно, что любой путь в сети из начальной вершины (0,0) в конечные вершины соответствует некоторому набору мероприятий. И наоборот, любому набору мероприятий соответствует вполне определенный путь в сети, соединяющий начальную вершину с конечной.

Значение координаты по второй оси равно объему финансирования соответствующего набора мероприятий (или пакета проектов). Примем длины горизонтальных дуг равными 0, а длины наклонных – эффектам от соответствующих мероприятий. В этом случае длина пути, соединяющего начальную вершину с одной из конечных, будет равна суммарному эффекту от соответствующего этому пути множества мероприятий. Следовательно, путь максимальной длины, соединяющий начало координат и точку (4, 7) будет соответствовать множеству мероприятий, дающему максимальный эффект среди всех множеств мероприятий, требующих совокупного финансирования ровно Я единиц. Таким образом, мы получаем оптимальные наборы мероприятий при любых объемах финансирования.

Анализируя приведенные решения (рисунок 2), можно заметить любопытный парадокс. При финансировании, например, в объеме 100 единиц, мы получаем эффект в 300 единиц, а при увеличении объема финансирования на 10 эффект составляет всего 290 единиц, то есть на 10 единиц меньше. Аналогичная картина наблюдается при сравнении эффектов при объемах финансирования 200 и 210 единиц, 140 и 150 и т.д.

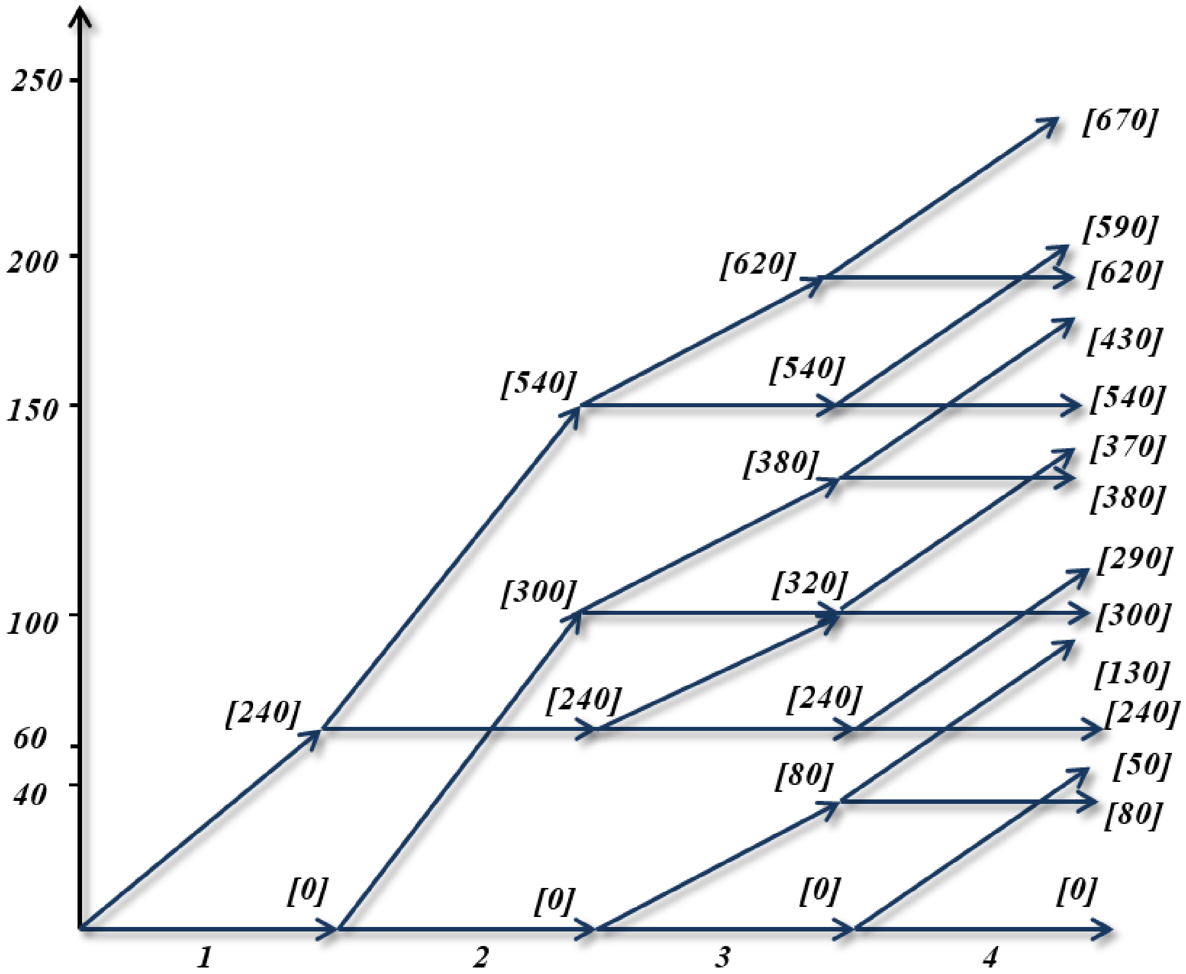

Рис. 2. Применение метода динамического программирования

Парадокс в том, что, если задать вопрос, в каком случае будет больший эффект – при финансировании в 100 или в 110 единиц, то любой здравомыслящий человек скажет, что чем больше объем финансирования, тем больше эффект, естественно, при оптимальном наборе мероприятий. Этот парадокс возникает из-за дискретности задачи. Понятно, что варианты, нарушающие монотонность (парадоксальные варианты) мы не должны рассматривать. Полученные значения максимального эффекта при различных объемах финансирования выпишем в таблицу 9.

Таблица 9

Объем финансирования	40	60	100	140	160	200	250
Эффект	80	240	300	380	540	620	670

График этой зависимости «затраты-эффект» приведен на рисунке 3.

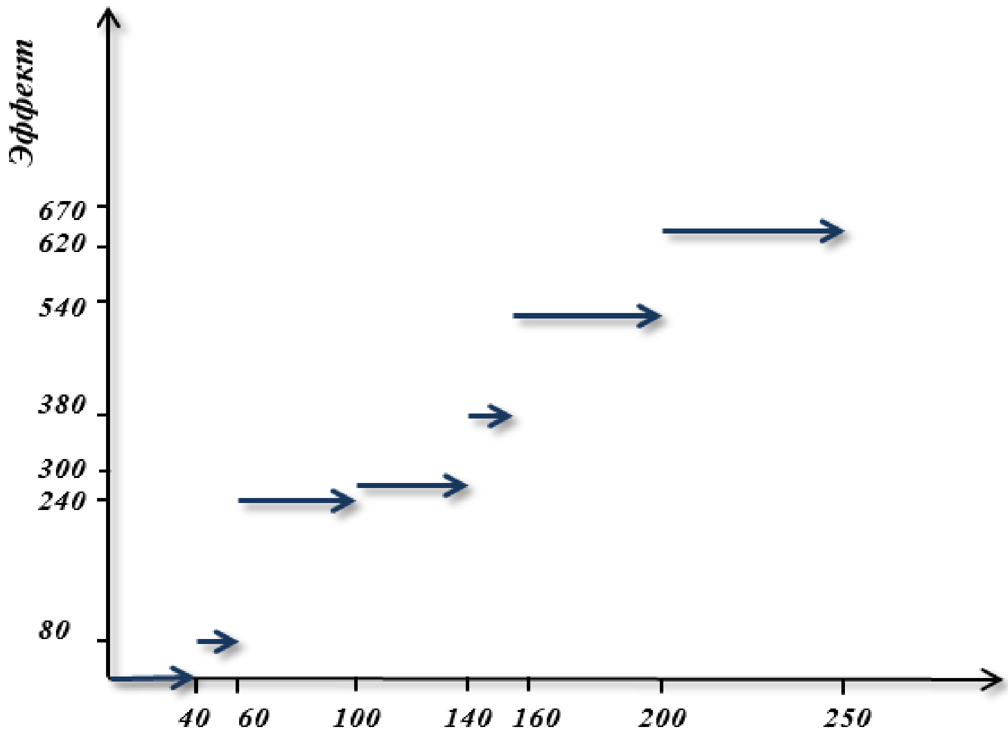

Рис. 3. График зависимости «затраты-эффект»

<u>Исходные данные.</u>

Таблица 10

Задания для выполнения практического задания

Номер варианта	***Проекты***						
1	1	21	41	6	26	46	11
2	2	22	42	7	27	47	12
3	3	23	43	8	28	48	13
4	4	24	44	9	29	49	14
5	5	25	45	10	30	50	15
6	6	26	46	11	31	51	16

Продолжение таблицы 10

7	7	27	47	12	32	52	17
8	8	28	48	13	33	53	18
9	9	29	49	14	34	54	19
10	10	30	50	15	35	55	20
11	11	31	51	16	36	1	21
12	12	32	52	17	37	2	22
13	13	33	53	18	38	3	23
14	14	34	54	19	39	4	24
15	15	35	55	20	40	5	25
16	16	36	1	21	41	6	26
17	17	37	2	22	42	7	27
18	18	38	3	23	43	8	28
19	19	39	4	24	44	9	29
20	20	40	5	25	45	10	30

Задание:

1. Определите набор (портфель), состоящий из пяти проектов, реализация которых позволит достичь максимального эффекта при существующих финансовых ограничениях.

2. Определите, какой величины взять кредит, чтобы получить максимальный финансовый результат от сформированного портфеля проектов.

R взять равным сумме затрат первых трех проектов плюс 1000 млн. руб.

Стоимость кредита 30% годовых.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОЕКТАМ ПРИ НЕСРАВНИМЫХ КРИТЕРИЯХ (МЕДИАНА КЕМЕНИ)

В процессе функционирования каждой фирме приходится решать трудную задачу определения размера и сферы приложения инвестиций. Как и любым управленческим решениям, подобным решениям сопутствует риск, определяемый как вероятность определенного уровня потерь. Одним из возможных способов уменьшения риска предпринимательской деятельности является диверсификация производства или создание инвестиционного портфеля, т.е. вложение капитала в различные виды ценных бумаг или компании, работающие в разных областях. Например, строительная организация может распределять имеющиеся средства между следующими направлениями: строительство жилья, торговая деятельность строительными материалами, производство изделий на собственной базе, реконструкция и капитальный ремонт, программы переселения.

В условиях рыночной экономики любое предприятие стремится диверсифицировать собственную деятельность: производитель набирает портфель различных видов деятельности, решая дилемму риск – доходность.

Управляющему необходимо распределить ресурсы между некоторым конечным числом направлений, при чем в каждое из них должна быть вложена хоть какая-то сумма средств (отличная от нуля). Пронумеруем все программы деятельности, пусть i – порядковый номер направления ($\mathbf{i} = \overline{\mathbf{1,n}}$). Затем формируется множество критериев, по которым будет оцениваться эффективность каждого направления деятельности (в качестве критериев, которые предприятию необходимо максимизировать или минимизировать, например, могут быть рассмотрены различные характеристики: качество выполнения работы, средняя заработная плата, скорость выполнения, загрязнение окружающей среды, которое будет произведено в ходе выполнения программы). Производится сбор исходных данных по каждой из рассматриваемых программ инвестирования. Положим всего имеется m оцениваемых параметров. Каждый j-ый частный критерий дает свой вектор предпочтений $\mathbf{P^j = (P_1^j, P_2^j, \ldots, P_n^j)}$, $\mathbf{j} = \overline{\mathbf{1, m}}$, где $\mathbf{P_i^j}$ – порядковый номер проекта, занимающего в ранжировании по *j*-му критерию *i*-ое место. В каждом ранжировании первое место занимает наиболее привлекательное, с точки зрения рассматриваемого критерия, для предприятия направление деятельности и далее по убыванию. Или же могут быть приглашены *m* независимых экспертов, каждый из которых сформирует свой вектор предпочтений. Затем каждому вектору $\mathbf{P^j}$ поставим в соответствие вектор $\boldsymbol{\pi}^{\mathbf{j}} = (\boldsymbol{\pi}_{\mathbf{1}}^{\mathbf{j}}, \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{2}}^{\mathbf{j}}, \ldots, \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{2}}^{\mathbf{j}})$, сформированный по правилу: координата $\boldsymbol{\pi}_{\mathbf{i}}^{\mathbf{j}}$ – число направлений, которые согласно *j*-му частному критерию являются более предпочтительными, чем направление имеющее порядковый номер *i*.

Следующим шагом является поиск группового ранжирования, в котором наилучшим образом будут представлены индивидуальные предпочтения. В качестве такового рассматривается медиана Кемени, определяемая следующим образом:

$$\boldsymbol{\pi}^* = \min_{\boldsymbol{\pi}} \sum_{\mathbf{j=1}}^{\mathbf{m}} \mathbf{d}(\boldsymbol{\pi}, \boldsymbol{\pi}^{\mathbf{j}}), \tag{4.1}$$

где $\mathbf{d}(\boldsymbol{\pi}, \boldsymbol{\pi}^{\mathbf{j}})$ – расстояние между двумя ранжированиями, определяемое по формуле

$$\mathbf{d}(\boldsymbol{\pi}, \boldsymbol{\pi}^{\mathbf{j}}) = \sum_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} \left| \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{i}} - \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{i}}^{\mathbf{j}} \right| \tag{4.2}$$

Для отыскания медианы Кемени, во-первых, строим матрицу потерь $\mathbf{R} = \{\mathbf{r_{kl}}\}$, для чего рассматриваем векторы $\boldsymbol{\pi} = (\boldsymbol{\pi}_{\mathbf{1}}, \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{2}}, \ldots, \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{k}} \ldots, \boldsymbol{\pi}_{\mathbf{n}})$, в которых направление с номером k ($\mathbf{k} \in \{1,2,...,n\}$) расположено на l-ом месте, где l последовательно изменяется от 1 до n (т.е. $\boldsymbol{\pi}_\mathbf{k} = \mathbf{l-1}$), тогда:

$$\mathbf{r_{kl}} = \sum_{\upsilon=1}^{m} \left| \boldsymbol{\pi}_\mathbf{k} - \boldsymbol{\pi}_\mathbf{k}^{\upsilon} \right| \tag{4.3}$$

Отыскание медианы Кемени эквивалентно решению задачи о назначениях, коэффициенты целевой функции которой определяются формулой (4.3), а сама задача записывается следующим образом:

$$\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} \mathbf{r_{kl} \cdot x_{kl} \to min,} \tag{4.4}$$

$$\sum_{k=1}^{n} \mathbf{x_{kl} = 1}, \quad \mathbf{l = \overline{1,n}}, \tag{4.5}$$

$$\sum_{l=1}^{n} \mathbf{x_{kl} = 1}, \quad \mathbf{k = \overline{1,n}}, \tag{4.6}$$

$$\mathbf{x_{kl}} \in \{0, 1\}\, \mathbf{k,l = \overline{1,n}}, \tag{4.6}$$

В результате получаем матрицу $\mathbf{X^* = \{x^*_{kl}\}}$, по которой восстанавливаем вектор группового предпочтения P*:

– анализируем матрицу X* по строкам: если $\mathbf{x_{kl} = 1}$, то в векторе P* полагаем $\mathbf{p^*_1 = k}$;

– по упорядочению P* составляем матрицу парных сравнений $\mathbf{L^* = \{\alpha_{kl}\}}$, $\mathbf{k,l = \overline{1,n}}$ для группового предпочтения, элементы которой определяются: $\boldsymbol{\alpha}_\mathbf{kl} = \mathbf{2}$, если согласно ранжированию P* направление, имеющее порядковый номер k, является более предпочтительным, чем l-ое направление; $\boldsymbol{\alpha}_\mathbf{kl} = \mathbf{1}$, если *k*-ый и *l*-ый виды деятельности равнопредпочтительны; и $\boldsymbol{\alpha}_\mathbf{kl} = \mathbf{0}$, если *k*-ый менее предпочтителен, чем *l*-ый;

– считаем сумму элементов каждой строки и сумму всех элементов матрицы:

$$\boldsymbol{\alpha}'_\mathbf{k} = \sum_{l=1}^{n} \boldsymbol{\alpha}_\mathbf{kl} \quad \text{и} \quad \boldsymbol{\alpha}' = \sum_{k=1}^{n} \boldsymbol{\alpha}'_\mathbf{k} \tag{4.7}$$

– находим доли, соответствующие каждому направлению деятельности:

$\boldsymbol{\chi}_\mathbf{k} = \boldsymbol{\alpha}'_\mathbf{k} / \boldsymbol{\alpha}' \quad \mathbf{k = \overline{1,n}}.$

Распределить средства между 4 направлениями, имеющими характеристики, указанные в таблице 11.

Таблица 11

Характеристики	***Направления***			
	I	***II***	***III***	***IV***
Планируемая прибыль	15	30	20	40
Оценка риска	0.3	0.2	0.4	0.8
Средняя заработная плата	1500	1600	1800	1700
Период окупаемости	37	35	30	20
Энергоемкость	0.81	0.37	0.63	0.66

В качестве критериев рассматривать приведенные характеристики.

1. Согласно каждому критерию построен вектор предпочтения $\mathbf{P}^{j}$ и соответствующий ему вектор $\boldsymbol{\pi}^{j}$:

критерий «прибыль» - $\mathbf{P^1=(4, 2, 3, 1), \pi^1=(3, 1, 2, 0)}$;
критерий «риск» - $\mathbf{P^2=(2, 1, 3, 4), \pi^2=(1, 0, 2, 3)}$;
критерий «заработная плата» - $\mathbf{P^3=(3, 4, 2, 1), \pi^3=(3, 2, 0, 1)}$;
критерий «период окупаемости» - $\mathbf{P^4=(4, 3, 2, 1), \pi^4=(3, 2, 1, 0)}$;
критерий «энергоемкость» - $\mathbf{P^5=(2, 3, 4, 1), \pi^5=(3, 0, 1, 2).}$

2. Найдены элементы матрицы потерь $\mathbf{R=\{r_{kl}\}}$, определяемые по (4.2):

$\mathbf{r_{11}=|\pi_1 - \pi^1_1|+|\pi_1 - \pi^2_1|+|\pi_1 - \pi^3_1|+|\pi_1 - \pi^4_1|+|\pi_1 - \pi^5_1|=|0-3|+|0-1|+|0-3|+|0-3|+|0-3|= =13}$, где $\mathbf{\pi_1=0}$ {первая альтернатива в векторе $\boldsymbol{\pi}$ занимает первое место};

$\mathbf{r_{12}=|\pi_1 - \pi^1_1|+|\pi_1 - \pi^2_1|+|\pi_1 - \pi^3_1|+|\pi_1 - \pi^4_1|+|\pi_1 - \pi^5_1|=|1-3|+|1-1|+|1-3|+|1-3|+|1-3| =8}$, где $\mathbf{\pi_1=1}$ {первая альтернатива в векторе $\boldsymbol{\pi}$ занимает второе место};

$\mathbf{r_{13}=|\pi_1 - \pi^1_1|+|\pi_1 - \pi^2_1|+|\pi_1 - \pi^3_1|+|\pi_1 - \pi^4_1|+|\pi_1 - \pi^5_1|=|2-3|+|2-1|+|2-3|+|2-3|+|2-3| =5}$, где $\mathbf{\pi_1=2}$ {первая альтернатива в векторе $\boldsymbol{\pi}$ занимает третье место};

$\mathbf{r_{14}=|3-3|+|3-1|+|3-3|+|3-3|+|3-3|=2,}$ где $\mathbf{\pi_1=3}$ {первая альтернатива в векторе $\boldsymbol{\pi}$ занимает четвертое место};

$\mathbf{r_{21}=|\pi_2 - \pi^1_2|+|\pi_2 - \pi^2_2|+|\pi_2 - \pi^3_2|+|\pi_2 - \pi^4_2|+|\pi_2 - \pi^5_2|=|0-1|+|0-0|+|0-2|+|0-2|+|0-0| =5}$, где $\mathbf{\pi_2=0}$ {вторая альтернатива в векторе $\boldsymbol{\pi}$ занимает первое место};

$\mathbf{r_{22}=|1-1|+|1-0|+|1-2|+|1-2|+|1-0|=4; r_{23}=|2-1|+|2-0|+|2-2|+|2-2|+|2-0| =5;}$

$\mathbf{r_{24}=|3-1|+|3-0|+|3-2|+|3-2|+|3-2| =5;}$

$\mathbf{r_{31}=6; r_{32}=3; r_{33}=4; r_{34}=9; r_{41}=6; r_{42}=5; r_{43}=6; r_{44}=9.}$

3. Решена задача о назначениях, целевая функция которой представлена матрицей:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{13} & \mathbf{8} & \mathbf{5} & \mathbf{2} \\ \mathbf{5} & \mathbf{4} & \mathbf{5} & \mathbf{5} \\ \mathbf{6} & \mathbf{3} & \mathbf{4} & \mathbf{9} \\ \mathbf{6} & \mathbf{5} & \mathbf{6} & \mathbf{9} \end{pmatrix}$$

Для решения задачи о назначениях применим венгерский метод, который состоит в следующем:

0-ая итерация (“приведение исходной матрицы”). В каждой строке ищется минимальный элемент $\alpha_i = \min\limits_j c_{ij}$, который затем вычитается из каждой строки матрицы, таким ообразом обеспечивается в каждой строке наличие хотя бы одного нуля. В преобразованной матрице C' находим минимальный элемент в каждом столбце $\beta_j = \min\limits_i c'_{ij}$, вычитаем его из каждого столбца.

k-ая итерация ($k \geq 1$, “подсчет числа независимых нулей”). Определяется минимальное число линий, которыми можно вычеркнуть все нули в матрице. Если число таких линий **n**, то в матрице **n** независимых нулей, и по преобразованной матрице $C^{(k)}$ выписываем результат: в матрице X^* на месте нулевых элементов матрицы $C^{(k)}$ стоят единицы, а на месте ненулевых элементов – нули. Если этих линий меньше **n**, то переходим к **k+1**-ой итерации.

k+1-ая итерация. Среди всех незачеркнутых элементов матрицы ищем $\min c_{ij} = \gamma$. Обозначим незачеркнутые элементы $c^{(k)}{}_{ij}$, зачеркнутые один раз $c'^{(k)}{}_{ij}$, зачеркнутые дважды – $c''(k)_{ij}$. Осуществим преобразование матрицы:

$$c_{ij}^{(k+1)} = \begin{cases} c_{ij}^{(k)}\ {}_{ij}^{(k)} - \gamma, & (\text{незачеркнутые}) \\ c_{ij}'^{(k)}, & (\text{зачеркнутые один раз}) \\ c_{ij}''^{(k)} + \gamma. & (\text{зачеркнутые дважды}) \end{cases}$$

и переходим к **k**-му этапу.

Рассмотрим пример. Есть **5** работ и **5** исполнителей; матрица затрат:

$$C = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 6 & 8 & 7 & 5 \\ 2 & 8 & 9 & 10 & 9 \\ 4 & 10 & 8 & 7 & 5 \\ 2 & 5 & 8 & 9 & 10 \end{pmatrix},$$

где c_{ij} – затраты, если на **i**-ую работу назначается исполнитель **j**-го типа. Распределить исполнителей по работам таким образом, чтобы суммарные затраты были минимальными.

0-я итерация (приведение матрицы):

$$\begin{array}{c|c} & \min \\ \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 6 & 8 & 7 & 5 \\ 2 & 8 & 9 & 10 & 9 \\ 4 & 10 & 8 & 7 & 5 \\ 2 & 5 & 8 & 9 & 10 \end{pmatrix} & \begin{matrix} 1 \\ 3 \\ 2 \\ 4 \\ 2 \end{matrix} \end{array} \approx \begin{array}{cc} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 5 & 4 & 2 \\ 0 & 6 & 7 & 8 & 7 \\ 0 & 6 & 4 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 6 & 7 & 8 \end{pmatrix} \\ \min & \begin{matrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 1 \end{matrix} \end{array} \approx \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 3 & 4 & 1 \\ 0 & 6 & 5 & 8 & 6 \\ 0 & 6 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & 7 & 7 \end{pmatrix}$$

1-я итерация (подсчет числа независимых нулей):

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 3 & 4 & 1 \\ 0 & 6 & 5 & 8 & 6 \\ 0 & 6 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 3 & 4 & 7 & 7 \end{pmatrix}$$

Число независимых нулей равно **3**.

2-я итерация $\gamma = \min\{3,\ 4,\ 1,\ 6,\ 5,\ 7,\ 8\} = 1$. Преобразуем матрицу по формуле (4.3) при $\gamma = 1$:

$$C^{(1)} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 5 & 4 & 7 & 5 \\ 1 & 6 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

3-я итерация Находим минимальное число линий, которыми можно перечеркнуть все нули в матрице $C^{(1)}$ (число независимых нулей):

$$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 5 & 4 & 7 & 5 \\ 1 & 6 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

4-я итерация $\gamma = \min\{2,\ 3,\ 5,\ 4,\ 7,\ 6\} = 2$. После преобразования матрицы по формуле (3.9) при $\gamma = 2$ получаем:

$$C^{(2)} = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 5 & 5 \\ 1 & 4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

5-я итерация Число независимых нулей в матрице $C^{(2)}$ равно **5**, т.к. все нули можно перечеркнуть, используя только пять линий:

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 5 & 5 \\ 1 & 4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

На следующем рисунке выделены независимые нули:

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 2 & 5 & 5 \\ 1 & 4 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 4 & 6 \end{pmatrix}$$

Соответствующая матрица «назначений» имеет вид:

$$X^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

т.е. для того, чтобы получить минимальные затраты $\Phi^*=c_{14} + c_{25} + c_{31} + c_{43} + c_{52} = 1+5+2+8+5=11$, необходимо назначить **1**-го исполнителя на **4**-ый вид работ; **2**-го исполнителя – на **5**-ый; **3**-го исполнителя - на **1**-ый; **4**-ый - на **3**-ий; **5**-ый - на **2**-ой вид работ.

Применим этом алгоритм для решения полученной задачи. В этом случае решением будет является матрица **X**:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \\ \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

4. Матрице **X** соответствует вектор группового предпочтения $\mathbf{P^*}$ **= (2, 3, 4, 1).**

5. Вектору $\mathbf{P^*}$ соответствует матрица предпочтений **L**:

$$\begin{pmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{2} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{2} \\ \mathbf{2} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} \\ \mathbf{2} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{pmatrix}$$

6. Все средства могут быть вложены в «лучшее» направление – второе, или же предлагается распределение, соответствующее матрице предпочтений **L**.

7. Сумма строк матрицы: $\boldsymbol{\alpha'_1 = 1}$, $\boldsymbol{\alpha'_2 = 7}$, $\boldsymbol{\alpha'_3 = 5}$, $\boldsymbol{\alpha'_4 = 3}$. Сумма всех элементов матрицы составила $\boldsymbol{\alpha'} = \mathbf{16}$. Доли, соответствующие каждому направлению деятельности: $\boldsymbol{\chi_1 = \acute{\alpha}_1/\acute{\alpha} = 1/16 = 0{,}0625}$, $\boldsymbol{\chi_2 = \acute{\alpha}_2/\acute{\alpha} = 7/16 = 0{,}4375}$, $\boldsymbol{\chi_3 = \acute{\alpha}_3/\acute{\alpha} = = 5/16 = 0{,}3125}$, $\boldsymbol{\chi_4 = \acute{\alpha}_4/ \acute{\alpha} = 3/16 = 0{,}1875}$.

Задание.

Распределите ресурсы между несколькими проектами.

Данные о проектах приведены в таблице 12.

Таблица 12

Вари-ант	*Проект*	*Планируемая прибыль*	*Оценка риска*	*Обеспеченность ресурсами (%)*	*Стоимость проекта*
1	I	35	0.45	44	2000
	II	30	0.7	66	1600
	III	32	0.5	89	3200
	IV	27	0.2	82	1200
2	I	700	0.3	75	590
	II	680	0.32	84	640
	III	640	0.34	95	700
	IV	710	0.4	81	510
3	I	200	0.15	72	300
	II	150	0.1	91	200
	III	400	0.8	87	145
	IV	160	0.22	87	120
4	I	70	0.3	72	1700
	II	50	0.2	91	1800
	III	65	0.32	76	2000
	IV	80	0.27	91	2200

Продолжение таблицы 12

5	I	190	0.12	83	1600
	II	200	0.14	84	1700
	III	170	0.2	91	1800
	IV	180	0.1	72	2000
6	I	100	0.7	60	100
	II	200	0.1	80	150
	III	800	0.6	70	200
	IV	600	0.3	20	170
7	I	100	0.29	18	250
	II	200	0.26	20	220
	III	500	0.12	27	230
	IV	150	0.09	60	170
8	I	90	0.1	70	100
	II	50	0.3	40	300
	III	40	0.8	100	80
	IV	80	0.9	90	50
9	I	500	0.9	80	220
	II	300	0.8	60	210
	III	200	0.72	78	160
	IV	400	0.65	70	130
10	I	100	0.11	40	120
	II	140	0.7	50	170
	III	180	0.8	60	150
	IV	80	0.5	30	130
11	I	200	0.7	50	200
	II	400	0.3	60	800
	III	700	0.5	100	600
	IV	100	0.4	80	900
	V	500	0.2	70	200
12	I	130	0.2	30	280
	II	210	0.21	20	150
	III	270	0.25	90	130
	IV	80	0.4	80	220
	V	260	0.3	40	200
13	I	400	0.31	25	260
	II	350	0.7	31	60
	III	140	0.4	26	170
	IV	360	0.27	34	150
	V	230	0.3	10	330
14	I	500	0.32	62	390
	II	210	0.2	60	200
	III	800	0.31	64	250
	IV	380	0.27	67	260
	V	200	0.1	43	270

Окончание таблицы 12

15	I	420	0.6	25	410
	II	340	0.2	48	200
	III	300	0.37	81	420
	IV	120	0.22	21	380
	V	430	0.42	90	480
16	I	420	0.6	25	410
	II	340	0.2	48	200
	III	400	0,37	81	420
	IV	120	0,22	40	380
	V	430	0,42	90	480
17	I	420	0.6	25	420
	II	340	0.2	48	300
	III	300	0,37	81	320
	IV	120	0,22	40	280
	V	430	0,42	90	450
18	I	500	0.6	25	410
	II	400	0.2	48	300
	III	300	0,37	81	450
	IV	200	0,22	21	100
	V	430	0,42	90	380
19	I	100	0.6	35	400
	II	330	0.2	38	210
	III	310	0,37	71	410
	IV	130	0,22	31	370
	V	440	0,42	100	470
20	I	420	0.6	25	390
	II	340	0.2	48	190
	III	250	0,37	51	380
	IV	140	0,22	21	250
	V	430	0,42	90	450

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление проектами: путь к успеху: Учебно-методический комплекс / Баркалов С.А., Баутина Е.В., Бекирова О.Н., Буркова И.В., Насонова Т.В. – Воронеж: ООО «Издательство РИТМ», 2017. – 420 с.

2. Управление изменениями: учебное пособие для бакалавриата / С. А. Колодяжный, Е. В. Баутина, С. А. Баркалов, Н. Ю. Калинина. – Воронеж: ООО «РиТм», 2015. – 672 с.

3. Баркалов С. А., Бекирова О. Н., Санина Н. В., Агафонова М. С. Моделирование налоговой системы предприятия: учеб.-метод. комплекс. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, Воронеж, 2018.

4. Управление инвестиционной деятельностью: С. А. Баркалов, В. П. Морозов, Т. А. Свиридова учеб. пособие / Воронежский ГАСУ, -Воронеж, 2015. -296 с.

5. Инвестиционный менеджмент: Учебное пособие. - Москва: Евразийский открытый институт, 2011 -200 с., http://www.iprbookshop.ru/10674

6. Бизнес-планирование. Баркалов С. А., Бекирова О. Н. Воронеж . Учебное пособие 2015г. – 118с.

7. Азбука управления проектами. Аверина Т. А., Баркалов С. А., Баутина Е. В., Бурков В. Н., Бекирова О. Н., Строганова Я. С. Старый Оскол. ООО «Тонкие наукоемкие технологии» , 2018г. – 328с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовых работ
для обучающихся всех направлений и специальностей
всех форм обучения

Составитель
Бекирова Ольга Николаевна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 20.01.2022.
Уч.–изд. л. 1,9.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84