

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

д.т.н., проф. Ершова Н.М., соиск. Чирин Д.А.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры, Днепрпетровск

Проблема. Существующие методы и модели формирования и управления инвестиционными проектами до сих пор находятся в стадии развития (Мазур И.И., Шапиро В.Д., Воропаев В.И., Бушуев С.Д. и др.).

Большинство менеджеров по инвестициям до сих пор отрицают методы формирования портфелей, в основу которых заложены методы оптимизации и компьютерные технологии, и полагаются на некоторый набор правил и закономерностей. Одной из причин сопротивления являются профессиональные интересы, с точки зрения которых большинство инвесторов просто не чувствуют себя комфортно при использовании количественных методов. В их методах принятия решений подчеркивается значение интуиции и субъективных решений. Вторая причина – низкая осведомленность менеджеров организаций и специалистов в области финансов о новых математических подходах формализации и возможностях построения на основе этих подходов специальных методик. Использование оптимизации в формировании портфелей требует наличия системной и формальной структуры принятия решений. Литература по этим вопросам практически отсутствует [1-3].

Белозеров А. в работе «Управление портфелем проектов. Новые методологические подходы и инструменты» рассматривает портфель проектов как объект управления с фазами жизненного цикла: создание портфеля, отбор проектов, планирование и управление реализацией. Основной целью фазы создания является формирование пула проектов. На этой фазе осуществляется сбор проектных (инвестиционных) инициатив и заявок без учета финансовых и иных ограничений организации. Цель фазы выбора портфеля проектов - отбор проектов в портфель с учетом финансовых и иных ограничений портфеля. На этой фазе из полученного пула потенциальных проектов вы-

бирается тот портфель, который будет принят к реализации.

Типовой процесс выполняется в два этапа:

- ранжирование проектов - в условиях ограниченности финансовых ресурсов для организации важна реализация наиболее эффективных и стратегически значимых проектов, поэтому располагают проекты в порядке убывания их значимости. Критериями ранжирования могут быть: экономические и инвестиционные показатели (NPV , срок окупаемости и т.д.); технологические показатели; показатели социальной эффективности и другие, более специфичные, показатели. На этом этапе наиболее силен субъективный фактор – включаются лоббистские силы, которые пытаются доказать руководству, что их проекты самые эффективные и необходимые для организации.
- отбор проектов, т.е. решается задача – какие проекты принять к реализации, а какие нет.

Для того чтобы максимально уйти от субъективного фактора, автор предлагает разработать методики, в которых четко прописать показатели и принципы проведения ранжирования проектов.

Цель данной статьи – разработать методику моделирования портфеля проектов и показать, что:

- методы оптимизации позволяют выбрать портфель проектов для практической реализации без ранжирования проектов;
- организация может взять банковский кредит и реализовать все проекты портфеля.

Постановка задачи. В фазе создания портфеля проектов сформирован пул из n инвестиционных проектов. Известны: \tilde{n}_j - сумма, инвестируемая в j - й проект ($j = 1, 2, \dots, n$); S - общая сумма имеющихся инвестиций; NPV_j - ожидаемый чистый дисконтированный доход от реализации j - го проекта.

Перед организацией стоит задача – сформировать портфель проектов в условиях ограниченности инвестиционных ресурсов, который приносил бы организации максимум чистого дисконтированного дохода.

Сводка исходных данных приведена в таблице 1.

Таблица 1

Исходная информация

Проект	1	2	...	j	...	N
Обозначение	x_1	x_2	...	x_j	...	x_n
Сумма инвестирования	c_1	c_2	...	c_j	...	c_n
NPV_{pr}	NPV_1	NPV_2	...	NPV_j	...	NPV_n

В таблице 1 x_j - означает факт включения или не включения проекта в портфель проектов. Если проект попадает в портфель проектов, то $x_j=1$, иначе $x_j=0$, т.е. $x_j \in \{0, 1\}$ - двоичные или булевы переменные.

Математическая модель

Ограничение на объем инвестирования

$$\sum_{j=1}^n \tilde{n}_j \cdot x_j \leq S. \quad (1)$$

Дополнительные ограничения: $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, n.$ (2)

Целевая функция

$$NPV = \sum_{j=1}^n NPV_j \cdot x_j \rightarrow \max. \quad (3)$$

Организация может получить дополнительное инвестирование на реализацию портфеля проектов за счет банковского кредита.

Рассмотрим постановку задачи для случая, когда банковский кредит берется на год с процентной ставкой $p\%$. Обозначим p - значение процентной ставки, приведенное к длительности периода. Если период инвестирования равен месяцу, то $p = P/12$, если – кварталу, то $p = P/4$, если году, то $p = P$. За кредит a придется заплатить проценты в размере $k = pa$. Эта процентная сумма вычитается из общей суммы чистого дисконтированного дохода.

Математическая модель

Ограничения на объемы инвестирования

$$\sum_{j=1}^n \tilde{n}_j x_j \leq S + a, \quad a = \sum_{j=1}^n c_j - S \quad (4)$$

Дополнительные ограничения: $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, n.$ (5)

Целевая функция

$$NPV = \sum_{j=1}^n NPV_j x_j - 0,01pa \Rightarrow \max. \quad (6)$$

Пример 1. Пул проектов организации содержит 6 проектов, чистый дисконтированный доход которых NPV_{pr} и требуемый объем инвестиций I_{pr} приведены в таблице 2. Общий объем инвестиционного бюджета организации 2500 тыс. грн. Сформировать портфель проектов для реализации на основе моделирования.

Программа моделирования:

Вариант 1 – бюджетное ограничение;

Вариант 2 – взятие банковского кредита на год с процентной ставкой $P=24\%$, 20% ;

Вариант 3 – бюджетное ограничение, проекты А и D зависимы;

Вариант 4 - бюджетное ограничение, проект В политический;

Вариант 5 - бюджетное ограничение, проект Е социальный;

Вариант 6 - бюджетное ограничение, проект А технологически необходим.

Таблица 2

Исходная информация

Проект	А	В	С	Д	Е	Ф
Обозначение	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
I_{pr} , тыс. грн	600	500	550	800	400	900
NPV_{pr} , тыс. грн	150	120	250	180	130	300

Математические модели:

Вариант 1

Ограничение на объем инвестирования:

$$600x_1 + 500x_2 + 550x_3 + 800x_4 + 400x_5 + 900x_6 \leq 2500.$$

Дополнительные ограничения: $x_j \in [0, 1]$, $j = 1, 2, \dots, 6$.

Целевая функция

$$NPV = 150x_1 + 120x_2 + 250x_3 + 180x_4 + 130x_5 + 300x_6 \rightarrow \max.$$

Вариант 2

Организация берет банковский кредит в размере $a=1250$ тыс.грн.

Ограничение на объем инвестирования:

$$600x_1 + 500x_2 + 550x_3 + 800x_4 + 400x_5 + 900x_6 \leq 3750.$$

Дополнительные ограничения: $x_j \in [0, 1]$, $j = 1, 2, \dots, 6$.

Целевая функция

$$NPV = 150x_1 + 120x_2 + 250x_3 + 180x_4 + 130x_5 + 300x_6 - 0,01pa \rightarrow \max.$$

Так как математические модели остальных вариантов отличаются дополнительными ограничениями, то для них запишем только ограничения.

Вариант 3 $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, 6; x_1 = 1; x_4 = 1.$

Вариант 4 $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, 6; x_2 = 1.$

Вариант 5 $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, 6; x_5 = 1.$

Вариант 6 $x_j \in [0, 1], j = 1, 2, \dots, 6; x_1 = 1.$

Результаты моделирования первых трех вариантов представлены в таблицах 3-5. Сводка результатов моделирования приведена в таблице 6, в которой 1 означает включать проект в портфель проектов, 0 – не включать.

Таблица 3
Результаты моделирования варианта 1

	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	
1	вариант 1		бюджетное ограничение							
2	проекты	А	В	С	Д	Е	Ф			
3	обозначение	x1	x2	x3	x4	x5	x6			
4	значение	1	0	1	0	1	1	бюджет	факт	
5	Ipr	600	500	550	800	400	900	2500	2450	
6	NPVpr	150	120	250	180	130	300	NPVmax		
7								830		

Таблица 4
Результаты моделирования варианта 2

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	вариант 2		кредит							
2	проекты	А	В	С	Д	Е	Ф			
3		x1	x2	x3	x4	x5	x6			
4		1	1	1	1	1	1		пр. часть	зн. лев. части
5		коэффициенты ограничений							3750	3750
6		600	500	550	800	400	900			NPVmax
7		коэффициенты целевой функции								830
8		150	120	250	180	130	300			
9		бюджет кредит		P						
10		2500	1250	24						

Таблица 5

Результаты моделирования варианта 3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
12	вариант 3		зависимые проекты							
13	проекты	A	B	C	D	E	F			
14	обозначение	x1	x2	x3	x4	x5	x6			
15	значение	1	0	1	1	1	0	бюджет	факт	
16	Ipr	800	500	550	800	400	900	2500	2350	
17	Доп.огранич.	1						1	1	
18	Доп.огранич.				1			1	1	
19	NPVpr	150	120	250	180	130	300	NPVmax		
20								710		

Сводку результатов моделирования представляют руководителю для принятия решения о выборе портфеля проектов для практической реализации.

Таблица 6

Сводка результатов моделирования

№ Вар.	A	B	C	D	E	F	NPV _{max}	Факт.и нв.	Примечание
1	1	0	1	0	1	1	830	2450	
2	1	1	1	1	1	1	830	3750	кредит
3	1	0	1	1	1	0	710	2350	зав. проект
4	0	1	1	0	1	1	800	2350	пол. проект
5	1	0	1	0	1	1	830	2450	соц. проект
6	1	0	1	0	1	1	830	2450	тех. проект

Анализ результатов моделирования. Как следует из таблицы 6, бюджетное инвестирование организации позволяет реализовать только четыре проекта из шести. Дополнительные ограничения, как правило, выбивают из портфеля более эффективные проекты и уменьшают величину NPV_{max} . Годовой банковский кредит дает организации возможность реализовать все проекты портфеля и даже при ставке 24% не уменьшает NPV_{max} . При ставке 20% $NPV_{max} = 880$ тыс. грн. Это способствует росту имиджа организации, улучшению благосостояния ее сотрудников и ликвидирует причину возникновения конфликтов

из-за ограниченности бюджетного инвестирования. В этом случае главная задача организации – сформировать достаточного объема пул проектов.

В работе Белозерова А. иллюстрируются возможности программного продукта по управлению портфелем проектов – Microsoft Project Portfolio Server, в котором реализованы методики ранжирования и отбора проектов. Предлагаемая методика реализуется в модуле инвестиций СППР.

Выводы

1. Впервые разработан метод ускоренного выбора портфеля проектов для практической реализации на основе оптимизации и моделирования.
2. Путем моделирования доказано, что организации выгодно брать банковский кредит. В этом случае портфель проектов можно реализовать полностью и нет причин возникновения конфликтов из-за ограниченности бюджетного инвестирования.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Матвеев А.А.** Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005. – 206 с.
2. **Минько А.А.** Принятие решений с помощью Excel. Просто как дважды два / А.А. Минько. – М.: Эксмо, 2007. – 240 с.
3. **<http://www.math.mrsu.ru/text/courses/invest/index.html>**.