

ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Аннотация: Рассматривается процесс формирования инвестиционной программы компании. Предлагается модель с однофакторной системой ограничений для случаев, когда можно оперировать только стоимостями проектов. Разрабатывается многофакторная модель, содержащая систему дополнительных ограничений, иллюстрируется применение модели на конкретном примере.

Ключевые слова: инвестиции, инвестиционная программа, проект, чистая дисконтированная стоимость, модель, ограничение

Sultanbekov E.M., student DBA

RANEPA

Russia, Moscow

FORMATION OF THE INVESTMENT PROGRAM OF THE CONSTRUCTION COMPANY

Annotation: The process of forming the company's investment program is considered. A model with a single-factor system of restrictions is proposed for cases when it is possible to operate only with project costs. A multi-factor model is being developed, containing a system of additional constraints; the model is illustrated using a specific example.

Keywords: Investment, investment program, project, net present value, model, restriction

Предположим, что у исследуемой строительной компании имеется некоторое множество проектов $\{MP_n\}$, претендующих на включение в инвестиционную программу (то есть, уже прошедших этап проверки индивидуальной эффективности). Каждый из проектов характеризуется определёнными инвестиционными затратами a_i , которые необходимы для его реализации, и некоторым ожидаемым эффектом b_i . Необходимо

сформировать инвестиционную программу, которая будет удовлетворять следующим условиям.

$$\sum_{i \in \{M_n\}} b_i = \max \quad (1)$$

$$\sum_{i \in \{M_n\}} a_i \leq A, \quad (2)$$

где A – общая сумма средств, которая может быть направлена на финансирование инвестиций.

Проблема решения представленной задачи путём полного перебора возможных вариантов определяется длительностью процедуры расчета. Общее число вариантов формирования инвестиционной программы составляет 2^n , то есть при $n = 30$ общее число возможных вариантов формирования инвестиционной программы составит более одного миллиарда. То есть даже при секундной трудоёмкости оценки одного варианта общая длительность процедуры составит порядка 30 лет.

Для значительного снижения трудоёмкости поставленной задачи эффективно будет использовать метод «графов» («ветвей и границ»).

Здесь надо учитывать, что кроме величин капитальных затрат и ожидаемых результатов, необходимо будет учесть ряд дополнительных условий, которые могут выдвинуть субъекты, предоставляющие инвестиционные ресурсы (например, коммерческие банки, бюджет, служба занятости). То есть, при решении задачи у нас имеется:

1. Целевая функция эффективности (например, общая сумма NPV, получаемая от всех рекомендуемых проектов), подлежащая максимизации. Математическая запись данного критерия выражается как:

$$F = \sum_{i=1}^N a_i \cdot X_i \rightarrow \max, \quad (3)$$

где i – номер проекта;

N – общее количество анализируемых проектов;

X_i – основной критерий i -того проекта, который выбирается в зависимости от того, из чьих интересов происходит формирование инвестиционной программы;

a_i – переменная, равная 1, если проект подлежит первоочередной реализации или 0, если не подлежит.

2. Ограниченность общего объёма инвестиционных ресурсов (« \leq »).

3. Совокупность ограничений снизу (« \geq »), выдвигаемых поставщиками ресурсов (например, бюджет – рост налоговых выплат до определённого уровня, служба занятости – создание определённого числа новых рабочих мест в обмен на выделяемые субсидии и т.п.).

То есть, модель формирования инвестиционной программы будет иметь следующий вид:

$$F = \sum_{i=1}^N a_i \cdot X_i \rightarrow \max$$

при

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N a_i \cdot x_{1i} \geq K_1 \\ \sum_{i=1}^N a_i \cdot x_{2i} \geq K_2 \\ \dots\dots\dots \\ \sum_{i=1}^N a_i \cdot x_{mi} \geq K_m \\ \sum_{i=1}^N a_i \cdot I_i \leq A \\ a_i = 0 \vee 1, \quad i = 1, \dots, N \end{cases} \quad (4)$$

где x_{ji} – один из вторичных критериев проекта, исходя из приоритетов, $i = 1, \dots, N$, $j = 1, \dots, m$;

K_j – ограничение-минимум общей суммы результатов проектов, подлежащих реализации по заданному критерию, $j = 1, \dots, m$;

A – ограничение-максимум, иллюстрирующее максимальную инвестиционную сумму, интегрируемую субъектом.

Преобразовав систему (3.4) и введя в каждое неравенство переменную $Z_j \geq 0$, где $j = 1, \dots, m+1$ соответствует числу неравенств, получаем систему из $(m+1)$ линейных уравнений с количеством переменных, равным $(N+m+1)$:

$$\begin{cases} -\sum_{i=1}^N a_i \cdot x_{ji} + Z_j = -K_j, & j = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^N a_i \cdot I_i + Z_{m+1} = A \end{cases} \quad (5)$$

Это преобразование определяет ряд значимых для решения моментов:

- количество переменных больше числа ограничений;
- дополнительные переменные являют базис, так как коэффициенты при них равны единице, и каждая представлена только в одном из уравнений.

Преобразование позволяет трансформировать постановку задачи в модель, которая может быть решена методами линейного программирования с помощью стандартного математического пакета.

Надо отметить, что данная формулировка решения задачи предполагает использование простейшей модели, не учитывающей ряд аспектов и зависимостей, позволяющих в реальных условиях производить более правильный отбор эффективных проектов, включаемых в программу. К таким зависимостям относятся:

1. Взаимоотношения инвестора и службы занятости: её субсидии, обычно, пропорциональны количеству новых рабочих мест.

Таким образом, если в нашей модели представить максимальную сумму, привлекаемую как совокупность трех источников основных финансирования – собственные, региональный бюджет и средства, предоставляемые службой занятости, выражение будет выглядеть так:

$$A = A_F + A_B + A_S$$

где A_F – собственные средства;

A_B – средства, представленные бюджетом;

A_S – размер средств, предоставленных службой занятости.

Отталкиваясь от вышесказанного

$$A = A_F + A_B + A_S' \cdot Q \quad (6)$$

где A_S' – единичная субсидия, выделяемая за открытие одного рабочего места;

Q – количество новых рабочих мест по всем проектам подлежащим реализации:

$$Q = \sum_{i=1}^N a_i \cdot Q_i \quad (7)$$

где Q_i – количество новых рабочих мест для i -того проекта.

При этом $Q \geq K_j$ (K_{pm}).

Немаловажно отметить, что субсидии как службы занятости, так и любого другого финансирующего субъекта, безграничны. То есть, условие по созданию минимального количества рабочих мест выдвигается службой исходя из максимума ее ресурсов, и максимальная субсидия с её стороны составит $A_S = A_S' \cdot K_{pm}$.

При этом, в случае, если ограничение по численности новых рабочих мест диктуется службой занятости, то само решение воплощать проекты, которые в сумме дадут необходимое количество рабочих мест, влияет исключительно на слагаемое A_S .

То есть, инвестиционную способность можно представить так:

$$Q < K_{pm}, A' = (A_F + A_B) + A_S' \cdot Q \quad (8)$$

$$Q \geq K_{pm}, A = (A_F + A_B) + A_S' \cdot K_{pm}$$

где A' – уровень инвестиционной способности при неполном выполнении условий службы занятости.

2. Учет фактора риска при формировании инвестиционной программы. Каждый проект, включаемый в программу, несет в себе

определенный риск, который необходимо учесть при формировании программы.

Тогда нужно определить некий барьерный уровень показателя риска, который нельзя превысить инвестиционной программой в целом. Для оценки этого критического значения предлагается задействовать критерий Гурвица, коэффициент оптимизма 0,3.

Тогда, в систему ограничений (3.4) интегрируется еще одно важное неравенство:

$$\frac{\sum_{i=1}^N a_i \cdot R_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \leq 0,3 \quad (9)$$

где R_i – уровень риска, характеризующий проект.

3. Взаимозависимость проектов (Реализация одного зависит/влияет на реализацию другого). Можно выделить три случая такой взаимозависимости.

а) Полное взаимоисключение. Когда реализация одного проекта исключает реализацию другого проекта.

б) Частичная зависимость. Когда реализация одного частично изменяет (улучшает или ухудшает) результаты другого проекта.

Например, в инвестиционной программе представлены два проекта:

1) производство спиртных напитков, при этом необходимые добавки приобретаются на стороне; 2) линия по производству этих добавок, причем по более современной технологии, чем у поставщика.

Тогда при совместной реализации обоих проектов (в случае, если это не противоречит инвестиционной способности) от второго проекта будет получена дополнительная NPV в связи со снижением цен на сырье. Тогда снизится показатель риска и, вероятно, возрастают налоговые поступления от проектов (если рост налога на прибыль превысит снижение налога с оборота от второго проекта).

в) Полная зависимость (когда реализация одного из проектов возможна только при реализации другого).

Пусть. В портфеле проектов есть три эффективных проекта, которые характеризуются следующими основными показателями, представленными в следующей таблице.

Таблица 1 – Исходные условия для расчёта контрольного примера

№ проекта	NPV, тыс. д.е.	Кол-во создаваемых РМ	Сумма налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, тыс. д.е.	Потребность в финансовых ресурсах, тыс. д.е.
1	7000	22	3200	9000
2	8000	14	2300	10000
3	6000	27	2500	8000

Помимо собственных средств можно привлечь льготные средства бюджета и субсидии от службы занятости, выделенные под открытие рабочих мест.

Имеем следующие условия:

1. За оцениваемый период налоговые выплаты в бюджет от реализуемых проектов должны быть не менее 5000 д.е.
2. При реализации проектов необходимо создать не менее 40 рабочих мест.

При условии, что это будет выполнено, можно будет аккумулировать 20000 д.е. на реализацию программы.

Нужно сформировать инвестиционную программу, обеспечивающую максимальную NPV за некий стратегический период.

Исходя из вида целевой функции и системы линейных уравнений (3.4) получаем следующую экономико-математическую модель формирования инвестиционной программы:

$$F = 7000a_1 + 8000a_2 + 6000a_3 \rightarrow \max$$

при

$$-(22a_1 + 14a_2 + 27a_3) + Z_1 = -40$$

$$-(3200a_1 + 2300a_2 + 2500a_3) + Z_2 = -5000$$

$$(9000a_1 + 10000a_2 + 8000a_3) + Z_3 = 20000$$

Задача имеет следующий ответ:

$$a_1 = 1, a_2 = 0, a_3 = 1.$$

Результаты решения приведены в следующей таблице.

Таблица 2 – Результаты расчёта контрольного примера (по базовому варианту)

№ проекта	NPV, тыс. д.е.	Кол-во создаваемых РМ	Сумма налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, тыс. д.е.	Потребность в финансовых ресурсах, тыс. д.е.	Решение
1	7000	22	3200	9000	+
2	8000	14	2300	10000	-
3	6000	27	2500	8000	+
Барьерные значения	-	≥ 40	≥ 5000	≤ 20000	
Фактические значения	13000	49	5700	17000	

В примере использовалась простейшая модель без учета ряда зависимостей и аспектов (таких, как риск, взаимозависимость проектов, взаимоотношения субъектов со службой занятости.). Сформируем инвестиционную программу, вводя эти условия.

1. Взаимоотношения со службой занятости.

В предыдущем примере субсидия, выделяемая на создание одного места, равна 100 д.е. Реализация программы предполагает выделение субсидии в размере $A_S = A_S' \cdot Q = 100 \cdot 49 = 4900$ д.е.

Но условие минимума рабочих мест – 40 – выставляется из максимума возможности службы, то есть максимальная субсидия с её стороны составит $A_S = A_S' \cdot K_{PM} = 100 \cdot 40 = 4000$ д.е.

Тогда инвестиционная способность будет равна:

$$Q \leq 40, A' = A_F + A_B + A_S = (A_F + A_B) + A_S \cdot Q = (20000 - 4000) + 100 \cdot Q = 16000 + 100 \cdot Q$$

$$Q > 40, A = 20000.$$

2. Учет фактора риска в процессе формирования программы.

С помощью экспертных оценок получили следующие уровни характеристик риска проектов (представлено в таблице 3).

Таблица 3 – Уровень риска отдельных проектов

Номер проекта, i	Уровень риска проекта, R_i
1	0,294
2	0,372
3	0,276

3. Взаимозависимость проектов.

а) Полное взаимоисключение.

У нас есть следующая зависимость: если реализуется третий проект, NPV первого падает ниже нуля (-1000), при этом поступления налогов в бюджет 1500, а риск 0,598. Используем эти условия в расчетах. При этом, учтем, что бюджет выделяет финансовые ресурсы в размере 9000 д.е. (В случае, если условия по налогам не будут выполнены, бюджетное финансирование исключится, то есть, если общая сумма налогов будет меньше 5000, то инвестиционная способность сократится на 9000.)

б) Частичная зависимость.

Реализация проекта номер два обеспечит первому прирост NPV в 2000 д.е., снизит его показатель риска до 0,224. Налоговые поступления практически не изменятся.

в) Полная зависимость

Реализация второго исключена без реализации третьего проекта. Это обусловлено тем, что сырье второго проекта не может обеспечить ни один из производителей. В результате NPV падает до -500, фактор риска

повырастает до 0,512. При совместной реализации налоговые поступления от второго проекта вырастут на 250 д.е., риск снизится до 0,232.

Сформируем инвестиционную программу с учетом всех данных. Результаты представлены в таблице 4. Таблица демонстрирует, что оптимальной для данных условий является программа, содержащая два проекта – второй и третий. При этом суммарная NPV составит 14000 д.е., количество дополнительных рабочих мест – 41, налоговые поступления в бюджет – 5050 д.е., фактор риска 0,254.

Таблица 4 – Результаты расчёта контрольного примера в случае полной зависимости

№ проекта		NPV, тыс. д.е.	Кол-во создаваемых РМ	Сумма налоговых поступлений в бюджеты всех уровней, тыс. д.е.	Потребность в финансовых ресурсах, тыс. д.е.	Риск	Решение
1	$a_3 = 0$						
	$\cap a_2 = 0$	7000		3200		0,294	
	$\cup a_2 = 1$	9000	22	3200	9000	0,224	–
	$a_3 = 1$	–1000		1500		0,598	
2	$a_3 = 0$	– 500	14	2300	10000	0,512	+
	$a_3 = 1$	8000		2550		0,232	
3		6000	27	2500	8000	0,276	+
Барьерные значения портфеля		–	< 40 ≥ 40 < 40 ≥ 40	≥ 5000 < 5000	$\leq 16000+100 \cdot K_{рм}$ ≤ 20000 $\leq 7000+100 \cdot K_{рм}$ ≤ 11000	$\leq 0,3$	
Фактические значения		14000	41	5050	18000	0,254	
Скорректированные барьерные значения		–	≥ 40	≥ 5000	≤ 20000	$\leq 0,3$	

Немаловажным является тот факт, что в условиях сформировавшегося рынка и уровня платёжеспособного спроса,

важнейшим фактором, который надо учитывать и оценивать в первую очередь, является уровень цен. Для решения данной проблемы модель можно реформировать в минимизирующую уровень цен на рынке, введя в систему ограничений требования к минимальному порогу рентабельности компании.

Выводы

Если у субъекта имеется больше одной инвестиционной идеи, неизбежно появляется вопрос: какие из проектов необходимо отклонить, какие следует принять и какие из принятых начать финансировать приоритетно. Возникает потребность в методике, позволяющей сформировать оптимальную инвестиционную программу субъекта. Процесс отбора идёт в два этапа.

В течение первого этапа производится оценка экономической эффективности каждого отдельного проекта. Обязательным условием для попадания во второй этап является наличие экономического эффекта от проекта и наличие у субъекта возможности для финансирования данного проекта данного проекта.

На втором этапе кумулятивная инвестиционная емкость всего набора заказов, успешно прошедших первый этап оценки, сравнивается с инвестиционной способностью. Если она выше суммарных затрат – задача решена. Если нет – необходим дополнительный анализ.

Для упрощенного процесса формирования инвестиционной программы можно воспользоваться методиками, выбор которых зависит от целей предстоящего анализа. Однофакторный механизм позволяет сформировать программу, когда в наличии единственное доступное ограничение – сумма, которую можно привлечь. Предлагаемая модель применима тогда, когда требуется сформировать инвестиционную программу, учитывая не только инвестиционную способность, но и ряд

дополнительных ограничений, выдвигаемых субъектами, предоставляющими ресурсы. Целевой функцией здесь принимается тот критерий, который является основным для субъекта.

Использованные источники:

1. Ивасенко, А. Г. Инвестиции. Источники и методы финансирования / А.Г. Ивасенко, Я.И. Никонова. - М.: Омега-Л, 2017. - 264 с.

2. Маховикова, Г.А. Инвестиционный процесс на предприятии / Г.А. Маховикова, В.Е. Кантор. - М.: СПб: Питер, 2018. - 176 с.

3. Уильям, Ф. Шарп Инвестиции / Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В. Бейли. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 315 с.