

ОПТИМИЗАЦИЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

А. С. Величко

*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия
Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток, Россия
E-mail: vandre@dvo.ru*

В работе рассматривается математическая модель оптимизации финансирования инвестиционных проектов во времени в условиях ограниченных ежегодно выделяемых ресурсов. В качестве критерия минимизируемого риска выбирается отклонение фактического временного профиля финансирования проекта от «идеального». Рассматривается расчетный пример по данным для проектов инвестиционного портала Приморского края. Предложенный способ позволяет рассчитать временной профиль выделяемых средств, оценить нехватку минимально необходимого финансирования в каждый год для одного проекта или их группы, построить сценарные прогнозы влияния изменений распределения ежегодно выделяемых финансовых средств на ход реализации инвестиционных проектов с учетом их приоритетности.

OPTIMIZATION OF FINANCING OF INVESTMENT PROJECTS

A. S. Velichko

The paper considers a mathematical model for optimizing the financing of investment projects in time under the conditions of limited annually allocated resources. As a criterion of minimized risk the deviation of the actual time profile of project financing from the “ideal” one is chosen. The example of calculations is considered according to the data for the projects of the investment portal of Primorsky Krai. The proposed method allows to calculate the time profile of allocated funds, to assess the lack of the minimum required funding each year for one project or a group of them, to build scenario forecasts for the impact of changes in the distribution of annually allocated funds on the implementation of investment projects considering their priority.

Введение.

Одним из инструментов регионального развития территорий являются инвестиционные проекты. Они направлены на стимулирование социально-экономического развития регионов, создание «центров экономического роста» [1]. По данным информационно-аналитического портала «Инвестиционные проекты России» [2] в первой половине 2022 года в России насчитывается более 69 тыс. инвестиционных проектов в 176 разных отраслях от более чем 72 тыс. разных компаний и более 153 тыс. контактных лиц.

Финансирование таких проектов происходит из различных бюджетных и внебюджетных источников, связано со значительными затратами и предполагает их работу в течение нескольких лет. Существование ресурсных и временных ограничений для инвестиционных проектов обуславливает важность оптимального планирования их финансирования во времени.

Процесс выбора проектов и распределения бюджетных и внебюджетных

финансовых ресурсов между ними предполагает, во-первых, их предварительную оценку по критериям важности, какие из проектов следует считать ключевыми, а значит, финансировать их следует максимально полно в первую очередь, как можно быстрее. Во-вторых, возникает задача оптимального распределения ресурсов во времени между несколькими проектами, претендующими на имеющиеся ресурсы. Из-за отнесения проектов к объектам «второй очереди» по критерию приоритетности или недостатка выделенного финансирования в текущем году на все инвестиционные проекты финансирование проектов может продолжаться несколько лет.

В данной работе рассматривается математическая модель оптимизации финансирования инвестиционных проектов во времени в условиях ограниченных финансовых ресурсов и с учетом приоритетности проектов. В качестве критерия минимизируемого риска выбирается отклонение фактического временного профиля финансирования проекта от «идеального».

Математическая модель.

Пусть имеется n инвестиционных проектов, отобранных для планирования финансирования инвестиций, где проект i осуществляется в течение предстоящих T_i периодов времени (лет) инвестиционной и эксплуатационной стадий проекта.

Неизвестные величины $x_{it} \geq 0$ назовем профилем (шаблоном) выделяемого финансирования для i -го проекта в годы $t = 1, \dots, T_i$.

В качестве экзогенных переменных модели выступают суммарные расходы на каждый инвестиционный проект P_i и доступный для финансирования всех проектов бюджет G_t в году t .

Параметрами модели являются величины весовых коэффициентов w_i , отвечающих за важность проекта i , при этом $w_i \geq 0$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

Таким образом, существует две группы ограничений на выделенное финансирование проектов во времени, которые запишем как

$$\sum_{t=1}^{T_i} x_{it} = P_i, \quad \sum_{i=1}^n x_{it} \leq G_t.$$

Ограничения задачи напоминают систему условий «транспортных задач» в исследовании операций [3]. Система ограничений может оказаться несовместной. В этом случае, как и в несбалансированных системах транспортных балансов, в модель необходимо ввести ещё один «искусственный» период времени $T + 1$, в котором предполагается дополнительно профинансировать проекты. В этом случае становится возможным определить минимально необходимое финансирование в каждый год выполнения проекта и объем нехватки средств. Тогда суммарные потребности в дополнительном финансировании всех проектов будут равны $\sum_{i=1}^n P_i - \sum_{t=1}^{\max\{T_i\}} G_t$.

Назовем «идеальным» с точки зрения временного профиля инвестирования такое распределение финансирования проекта, что он получает полный объем требуемых средств в первый год выполнения (инвестиционной фазы)

проекта. Этот критерий имеет экономический смысл минимизации риска «затягивания» финансирования проекта во времени. Заметим, что в качестве «идеального» может выступать и другой временной профиль, если предполагается, что проект требует не однократного, а постепенного финансирования в течение нескольких первых лет доэксплуатационной фазы проекта.

Тогда целевой критерий минимизации риска отклонения фактического временного профиля финансирования проекта от «идеального» можно записать как

$$\min_{x_{it}} \left(\sum_{i=1}^n w_i (x_{i1} - P_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T_i} w_i x_{it}^2 \right).$$

Первое слагаемое $\sum_{i=1}^n w_i (x_{i1} - P_i)^2$ отвечает за то, чтобы проекты с учетом приоритетности финансировались как можно быстрее и получали максимально близкое к полной стоимости проекта вложения сразу же в первый год его выполнения. Другими словами, в первый период времени (год) $t=1$ минимизируется отклонение суммы выделяемых на инвестиционный проект средств от суммарных затрат на него. Второе слагаемое $\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^{T_i} w_i x_{it}^2$, в котором суммирование по индексу t начинается со второго периода $t = 2$, отвечает за минимизацию отклонения финансирования в последующие годы от нуля, что соответствует принципу минимизации риска «затягивания» финансирования проекта в последующие годы, и также учитывает приоритетность проектов в виде весовых коэффициентов w_i .

Исходные данные, оценка важности проектов и пример расчетов.

Для практической части задания были получены данные инвестиционных проектов Приморского края [4] до 2030 года. На основе сравнения отношения суммы дисконтируемых критериев NPV, IRR и IP по одному проекту к общей сумме по всем инвестиционным проектам были рассчитаны весовые коэффициенты важности для каждого проекта. Важность проекта, однако, может определяться и из других соображений, например, путем опроса экспертов, голосования и др.

В качестве иллюстративного примера из доступного перечня инвестиционных проектов было выделено $n = 5$ проектов: «Технопарк по утилизации отходов» ($w_1 = 0,02$, период реализации, требуемый объем инвестиций $P_1 = 150$), «Строительство завода промышленной сборки «Yutong»» ($w_2 = 0,05$, период реализации $T_2 = 2$, требуемый объем инвестиций $P_2 = 625$), «Завод по производству пенокерамики и клинкерного кирпича» ($w_3 = 0,77$, период реализации $T_3 = 2$, требуемый объем инвестиций $P_3 = 5226,652$), «Строительство завода по производству пенокерамики» ($w_4 = 0,1$, период реализации $T_4 = 3$, требуемый объем инвестиций $P_4 = 1068$), «Гольф-парк «Приморье»» ($w_5 = 0,06$, период реализации $T_5 = 2$, требуемый объем инвестиций $P_5 = 1476$).

Результаты расчетов в данном примере сильно зависят от годового распределения финансовых средств G_t и учета длительности проектов. Оказывается, что, например, при равномерном распределении суммарных средств

совокупность ограничений задачи окажется несовместной, поскольку 3 проекта делятся всего 2 года, а значит минимальная потребность в их ежегодном финансировании равна $\frac{7327,652}{2} = 3663,826$, в то время как равномерно выделяе-

мый ежегодный объем финансовых средств оказывается меньше: $\frac{(\sum_{t=1}^{\max\{T_i\}} G_t)}{8} = 1068,2065$. Это соображение демонстрирует тот факт, что результаты, получаемые по модели, могут быть не столь очевидны.

Выводы.

Предложенный способ оптимизации финансирования инвестиционных проектов позволяет рассчитать временной профиль выделяемых средств, оценить нехватку минимально необходимого финансирования в каждый год для одного проекта или их группы, построить сценарные прогнозы влияния изменений распределения ежегодно выделяемых финансовых средств на ход реализации инвестиционных проектов с учетом их приоритетности. Возможен расчет интегральных показателей качества финансирования и освоения средств для одного или нескольких проектов. Работа может быть использована агентствами по инвестициям, органами государственной власти и муниципалитетами, министерствами и ведомствами, государственными корпорациями и инвестиционными отделами компаний. Предполагается разработка программного модуля для инструментального комплекса поддержки принятия решений.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (проект № 0202-2021-0004 и проект «Передовые инженерные Школы»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструменты развития территорий. Инвестиционные проекты регионального значения. [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/467/> (дата обращения: 29.09.22).
2. Инвестиционные проекты России. [Электронный ресурс]. URL: <https://investprojects.info> (дата обращения: 29.09.22).
3. Зайцев М. Г., Варюхин С. Е. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы. М. : Издат.дом «Дело» РАНХиГС, 2017.
4. Инвестиционный портал Приморского края. [Электронный ресурс]. URL: <https://invest.primorsky.ru/ru/projects/> (дата обращения: 29.09.22).