

1. **Оплата коммунальных и других платежей.** Держатель платежной карты может заключить с банком соглашение на списание с его карты средств для оплаты коммунальных платежей, погашения кредита, пополнения депозитного накопительного вклада, оплаты счета контрактного мобильного телефона и других платежей. Данная услуга удобна тем, что клиенту не нужно ходить в банк для осуществления этих платежей, банк самостоятельно сделает перечисление средств с карточного счета клиента.
2. **Перечисление денег с одного карточного счета на другой.** Такая возможность доступна в банкоматах некоторых банков (например, ПриватБанка), через SMS мобильного телефона при подключенной услуге GSM-Banking, а также с интернет-сайтов банков, при условии предоставления такой услуги банком-эмитентом.
3. **GSM-Banking** – это услуга управления своим карточным счетом с помощью мобильного телефона. С помощью данной услуги можно смотреть остатки на банковских счетах, переводить денежные средства с одного счета на другой, получать выписки по счету, пополнять счет мобильного телефона, оперативно получать информацию о поступлении или списании средств со счетов.
4. **Internet-Banking** (назовем ее так условно, так как у каждого банка имеется свое название для данной услуги) – это банковская услуга позволяющая управлять своим банковским счетом через интернет.
5. **PrePaid** – услуга пополнения счетов мобильных телефонов, покупки доступа в интернет и других услуг предоплаченного сервиса.
6. **Обмен валют** – помимо конвертации валют в гривну по карточным счетам в иностранной валюте, в банкоматах некоторых банков (а точнее ПриватБанка) появилась услуга обмена валют по выгодному для клиента курсу с гривен на доллары и евро.
7. **Перечисление средств для пожертвований.** В банкоматах некоторых украинских банков появилась услуга перечисления средств на благотворительность.
8. **Наличное пополнение карт в банкоматах.** Это довольно редкая услуга появившаяся в середине августа. Данную услугу предлагает только Укрэксимбанк.
9. **Приобретение товаров в рассрочку через банкомат.** Данная услуга предоставляется только ПриватБанком. Суть ее заключается в том, что держатель карты может выбрать в банкомате товар (от мобильного телефона до автомобиля), с карты спишется первоначальный взнос 10% и товар будет доставлен в ближайшее отделение ПриватБанка, куда клиенту необходимо будет подойти для оформления кредита.
10. **Выпуск дополнительной карты доверенному лицу.** Существует возможность выпуска до пяти дополнительных карт привязанных к одному карточному счету. Дополнительные карты могут быть разных платежных систем и разного класса.
11. **Овердрафты на карточные счета.** На карту может быть установлен кредитный лимит (овердрафт) в виде возобновляемой кредитной линии. Удобством данной банковской услуги является то, что держатель карты может снимать деньги в рамках установленного овердрафта, когда они ему необходимы.  
Помимо взаимоотношений украинских банков с предприятиями и физическими лицами-держателями платежных карт. Существуют также межбанковские виды услуг. К ним относятся следующие услуги:
1. **Процессинг операций с пластиковыми картами.** Многие украинские банки, не имеющие возможность осуществлять обслуживание платежных карт в торгово-сервисной сети, в банковских отделениях и банкоматах, вынуждены обращаться в другие банки за помощью в случаях, когда первым необходимо предоставить такую услугу VIP-клиентам. В этом случае между банком, который предоставляет услуги процессинга и авторизации и банком, которому необходимы эти услуги (банком-агентом) заключается агентское соглашение, по условиям которого банк-агент должен оплачивать данную услугу. Довольно часто работа по агентскому соглашению не выгодна для банка-агента, но обычно расходы оправдывают себя, так как этот вид деятельности не является основным для банка-агента.
2. **Эмиссия пластиковых карт.** Многие украинские банки не занимаются эмиссией платежных карт и не имеют лицензии на это. Однако, может возникнуть необходимость выпуска карт (например для выплаты зарплаты сотрудникам) по требованию стратегически важного для банка клиента. В этом случае, чтобы не портить взаимоотношения с клиентом и не нести больших затрат на эмиссию карт, банк может обратиться к другому украинскому банку, имеющему лицензии платежных систем на эмиссию карт. В этом случае основной доход (плата за выпуск, обслуживание карт, зачисление средств на карточные счета, комиссия за снятие наличных) будет получать банк-эмитент, перечисляя незначительную комиссию другому банку.  
В данной статье были перечислены все основные услуги в области карточного бизнеса, оказываемые клиентам украинских коммерческих банков. Для обеспечения нормального уровня конкурентоспособности банки вынуждены постоянно придумывать новые высокотехнологические уникальные виды услуг для клиентов-держателей пластиковых карт (а также предприятий их обслуживающих).

**Вязовик С.М., Лукьяненко В.А.**

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ**

Масштабные инвестиции невозможны без соответствующих объемов источников финансирования, то есть мобилизации финансовых ресурсов, которые довольно проблематичны в условиях убыточных предприятий и отсутствия собственных средств. В сложившейся ситуации в особенности актуальным становится развитие новых механизмов планирования в сфере реального инвестирования. Обеспечить такое развитие возможно, при помощи разработки оптимальной стратегии финансирования инвестиционных программ предприятий.

Существенный взнос в экономическую теорию по вопросам финансирования инвестиций сделан в на-

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ФИНАНСИРОВАНИЮ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ

учных работах Беренса В., Бирмана Г., Бланка И.А., Брейли Р., Веретенкова И.И., Виленского П.Л., Вороновского А.В., Ковалева В.В., Колтынюка Б.А., Крушвича Л., Лившица В.Н., Липсица И.В., Майерса С., Сергеева И.В., Смоляка С.А., Савчука В.П., Четыркина Е.М., Шейна В.И., в том числе в сельском хозяйстве Демьяненко В.Н., Догиля Л.Ф., Лукьянова И.И. и др. При этом, в основном, рассматривается финансирование отдельных инвестиционных проектов, а вопросы финансирования инвестиционных программ предприятий недостаточно разработаны.

Проблемы формирования и финансирования инвестиционных программ предприятий практически не рассматривались, что обуславливает актуальность исследований в области формирования стратегии финансирования инвестиционных программ.

Чтобы реализовать данный процесс оптимизации необходимы математические модели соответственно предметной области. В данном случае это инвестиционные процессы могут быть реализованы в форме инвестиционной программы, которая можно определить как комплексную гармонизацию инвестиционной деятельности для реализации инвестиционной стратегии, направленной на экономический рост предприятия с целью достижения синергии в результате системной реализации нескольких проектов [1, с. 28].

Таким образом, существует актуальная задача разработки моделей инвестиционных программ и их финансирования при этом эта задача является многовариантной (новое производство, модернизация действующего предприятия и т.д.).

Чисто расчетными методами проблематично оценить даже один вариант, поэтому необходимо привлечение математического аппарата оптимизации решений и компьютерной техники.

Следовательно, целью статьи является обоснование и разработка математической модели оптимизации стратегических решений по финансированию инвестиционных программ.

Для достижения цели, в соответствии с разработанной ранее методикой [2, с. 27–30] и принятыми методами компьютерного моделирования [3, 4], последовательно решаются задачи:

- сформулировать и формализовать проблему в терминах оптимизации решений;
- структурировать проблему по элементам, ресурсам, временным периодам;
- сформулировать критерии оптимизации задачи;
- обосновать принципиальный подход к решению проблемы с помощью математической модели;
- разработать структурную математическую модель задачи.

Критерии отбора, ранжирования проектов зависят от экономических, социальных, экологических и других факторов (задача формирования портфеля проектов).

Разработка адекватной модели позволяет принимать решение о наилучшем распределении по времени начала инвестирования каждого проекта, уточнять структуру финансирования, принимать решения об инвестировании одних проектов за счет реализации других, оптимизировать календарный план взаимозависимых проектов.

В целом такая динамическая модель является нелинейной и сложной, что соответствует сложности соответствующей системы. Поэтому принятие наилучшего решения возможно при быстром расчете различных вариантов, что достигается декомпозицией системы на подсистемы, т.е. разбиением исходной задачи на подзадачи. При этом естественной является итерационная процедура решения.

Центральной является задача оптимизации программы за счет установления очередности реализации отдельных проектов. При этом предполагается, что доходы от реализации одних проектов могут выступать в качестве источника финансирования последующих проектов.

Задача определения рационального момента начала реализации проекта программы заключается в том, что из множества вариантов проектов выбрано фиксированное число проектов, входящих в программу. Указан класс взаимозависимых проектов, для которых приводится календарный план (граф взаимосвязей и длительности выполнения) и класс независимых проектов. Данная информация отражается в ограничениях для соответствующей модели.

Предполагаются заданными для  $m$  проектов, входящих в программу:

1. Совокупный ресурс  $V^0$  и горизонт планирования  $T^0$ .

2. Описание проектов в терминах:

- требуемых ресурсов (расходов);

- сумма ожидаемой прибыли и амортизационных отчислений проекта, объем которых может быть выделен на реинвестирование;

- продолжительности инвестирования и времени до момента получения первой прибыли.

3. Цель: критерии максимизации чистого приведенного дохода в конце стратегического.

4. Процесс реинвестирования, который означает, что расходы на новые проекты финансируются из прибыли от уже реализованных проектов.

Формализуем задачу.

Через  $j$  будем обозначать годы,  $j = 0, n; n \geq 1$ ;

$n$  - стратегический период программы;

$i$  - номер проекта,  $i = 1, m, m \geq 2$ ;

$m$  - количество проектов;

$T_i$  – время необходимое для периода инвестирования  $i$ -го проекта,  $i = \overline{1, m}$   
 Введем неизвестные  $x_{ij}$  –характеризующие реализацию  $i$ -го проекта в  $j$ -й год:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-му проекту выделяется ресурс в } j\text{-м году} \\ 0, & \text{если } i\text{-му проекту не выделяется ресурс в } j\text{-м году} \end{cases}$$

$$\text{т.е. } x_{ij} \in \{0,1\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{0, n} \quad (1)$$

Если  $i$ -му проекту выделяется ресурс в  $\tau_i$ -м году, а время выполнения проекта  $T_i$ , то проект завершается в  $\tau_i + T_i$  году,  $i = \overline{1, m}$ . Величина  $\tau_i$  может быть задана (жесткое начало выполнения проекта) или вычисляется через найденные величины  $x_{ij}$ .

Пусть

$R_i$  - необходимый ресурс для  $i$ -го проекта;

$R_{ij}$  - необходимый ресурс для  $i$ -го проекта в  $j$ -м году,  $i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{0, n}$ ;

$V^0$  - консолидированный ресурс для реализации программы;

$V_j$  - ресурс, имеющийся в наличии в  $j$ -м году для реализации программы.

$$\sum_{j=0}^n V_j = V^0$$

Выпишем ограничения, возникающие в задаче.

Ограничения по выделяемым ресурсам для проектов

$$\sum_{j=0}^n R_{ij} x_{ij} \leq R_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad \sum_{i=1}^m R_i \leq V^0 \quad (2)$$

Ограничения, связанные с наличием финансовых средств, выделяемых всем проектам в  $j$ -й год.

$$\sum_{i=1}^m R_{ij} x_{ij} \leq V_j, \quad j = \overline{0, n}, \quad \sum_{j=0}^n V_j \leq V^0 \quad (3)$$

Ограничения по факту выполнения  $i$ -го проекта, т.е. независимо от того, когда он начнется общее время его выполнения остаётся равным  $T_i$

$$\sum_{j=0}^n x_{ij} \leq T_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad 0 \leq T_i \leq n, \quad i = \overline{1, m} \quad (4)$$

Ограничения на число проектов, финансируемых в  $j$  –  $OM$  году:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq m, \quad j = \overline{0, n} \quad (5)$$

**Если есть ограничения на моменты окончания проектов, то они могут быть записаны в виде:**

$$\tau_i + T_i \leq n, \quad i = \overline{1, m} \quad (6)$$

Точнее, если  $n$  – максимальный промежуток финансирования всех проектов программы, то  $\tau_i + T_i$  - момент окончания финансирования  $i$ -го проекта, после этого момента в следующий период возникают потоки средств, которые можно уже направлять на финансирование других проектов программы. Величина  $n - (\tau_i + T_i)$  - характеризует время после окончания финансирования проекта до окончания программы.

Как правило, величина  $R_{ij}$  задается в виде матрицы (в дискретном случае):

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} \tilde{R}_{10} \tilde{R}_{11} \dots \tilde{R}_{1\tau_1} & 0 \dots 0 \\ \tilde{R}_{20} \tilde{R}_{21} \dots \tilde{R}_{2\tau_2} & \dots 0 \\ \tilde{R}_{m0} \tilde{R}_{m1} \dots \dots \dots \tilde{R}_{m\tau_m} \end{pmatrix} \quad (7)$$

в продолжении, что проекты ранжированы по величине длительности и  $T_1 \leq T_2 \leq \dots \leq T_m$ .

Если  $T_{\max} = \max_{1 \leq i \leq m} T_i$ ,  $i_{\max} = \arg \max_{1 \leq i \leq m} T_i$ , то строка с номером  $i = i_{\max}$  будет полностью заполненной с первым и последним ненулевым элементом. Естественно предположить, что размерность матрицы  $R$ , состоящей из элементов  $R_{ij}$  не превосходит  $m \times n$ ,  $n \geq 2T_{i_{\max}}$ . Элементы  $R_{ij}$  определяются через  $\tilde{R}_{ij}$  и  $\tau_i$ .

$$R_{ij} = \begin{cases} \tilde{R}_{ij-\tau_i}, \tau_i \leq j \leq \tau_i + T_i, i = \overline{1, m} \\ 0, 0 \leq j < \tau_i, \tau_i + T_i \leq j \leq n \end{cases} \quad (8)$$

Возможны и другие ограничения, связанные с жестким требованием задания начала финансирования отдельных проектов или следующих из календарного плана для взаимосвязанных проектов.

Целевая функция может формироваться по функциям  $\varphi_i(x_i)$ , определяющим эффект от вложения инвестиционных ресурсов ( $x_i$ ) в  $i$ -й проект.

Вложенный в  $i$ -й проект ресурс зависит от программы финансирования по годам и момента начала финансирования  $\tau_i$  с учетом дисконтирования  $r$ . Дисконтирование может быть учтено в  $R_{ij}$ .

$\sum_{j=0}^n R_{ij} x_{ij}$  - ресурс, инвестируемый в  $i$ -й проект, который начинается в момент времени  $\tau_i$ .

С учетом дисконтирования примет вид

$$\sum_{j=0}^n R^r_{ij} x_{ij} = \sum_{j=0}^n \frac{R_{ij} x_{ij}}{(1+r)^{j-\tau_i}} = \sum_{j=\tau_i}^{\tau_i+T_i} \frac{\tilde{R}_{ij-\tau_i} x_{ij}}{(1+r)^{j-\tau_i}} \quad i = \overline{1, m} \quad (9)$$

Полученная величина может входить в функцию  $\varphi_i(x)$  со знаком минус, например, линейным слагаемым. Последняя величина отражает доход (ЧДП) от вложенных в проект средств и может иметь как линейную так и нелинейную зависимость. Причем величина дохода зависит от времени, начала финансирования  $\tau_i$  (от момента окончания финансирования и момента получения первого дохода).

Например, при линейной зависимости получаем:

$$c_i \sum_{j=0}^n R_{ij} x_{ij}$$

В общем случае:

$$\varphi_i \left( \sum_{j=0}^n R_{ij} x_{ij} \right) = \Psi_i \left( c_i \sum_{j=0}^n R^r_{ij} x_{ij} \right) - \sum_{j=0}^n R^r_{ij} x_{ij}$$

Максимум целевой функции:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \varphi_i \left( \sum_{j=0}^n R_{ij} x_{ij} \right) \quad (10)$$

При указанных выше ограничениях позволяет получить наилучшее распределение в программе по началу моментов финансирования и обеспечению максимальной прибыльности от вложения средств.

Результатом решения задачи является матрица  $X$  с элементами  $x_{ij} = 1$ , отмечающих периоду инвестирования проектов;  $\tau_i$ , отвечающие за начало финансирования  $i$ -го проекта;  $V^1$  - величина ресурса, который можно реинвестировать в проекты, которые еще не финансировались.

Полученная задача относится к классу задач дискретного программирования с булевыми переменными (к задачам псевдобулевой оптимизации) [3]. В следующем разделе опишем некоторые алгоритмы, пригодные для решения полученной задачи.

Алгоритм решения задачи оптимизации финансирования инвестиционных программ отвечает элементам декомпозиции исходной задачи на подзадачи (сложная система разбивается на подсистемы). Шаги алгоритма отвечают последовательности решаемых задач.

1. На первом шаге решаются следующие задачи:

1.1 Потенциальное множество проектов разбивается на два множества: множество взаимозависимых проектов (последовательность выполнения, время выполнения) и множество независимых проектов.

1.2 Для множества зависимых проектов, используя календарный план (граф взаимных связей проектов их длительности) решается:

Задача оптимизации сетевого графика взаимных проектов с учетом временных или ресурсно-временных показателей [2].

1.3 Задача формирования портфеля проектов.

На этом этапе отсекаются, очевидно непривлекательные проекты. При этом взаимосвязанные проекты можно рассматривать как один проект. Здесь формируются требования по срокам начала и окончания отдельных проектов; допустимые диапазоны; вносятся очевидные запреты, связанные с технологией, целесообразностью и т.п.; годам и по программе в целом. Вопрос оптимального распределения ресурса между проектами решается следующей задачей.

1.4 Задача оптимального распределения ресурса между проектами.

Решение этой задачи описано в предыдущей разделе. В результате решения этой задачи мы получаем ранжирование проектов по срокам и можем подсчитать высвобождаемый ресурс, который идет на реинвестирование проектов, не включенных в финансирование из-за ограниченности консолидированного ресурса  $V^0$ .

1.5 Осуществляется подсчет консолидированного ресурса  $V^1$  (остаток от  $V^0$  и полученный ресурс от реализации профинансированных проектов).

2 На втором шаге повторяются этапы 1.4 и 1.5 для оставшихся проектов.

Итерационная процедура предполагает повторения шагов при других комбинациях данных и по результатам нулевого и первого шагов.

Модификация алгоритма может осуществляться различными способами. Задача оптимального распределения ресурсов между проектами может быть разбита на подзадачи. Сначала решается задача определения моментов начала финансирования проектов  $\tau_i$ ,  $i = \overline{1, m}$ . В этом случае необходимо вводить целевую функцию, отражающую интегрированный эффект от вложения средств в проекты.

Затем решается задача целиком.

3. На третьем шаге решается задача оптимизации структуры консолидированного ресурса. Исходными данными для этой задачи являются данные, полученные на первых шагах алгоритма и стоимостные характеристики привлеченных и собственных ресурсов.

Моделирование управления инвестициями, в частности принятие решения для программы состоящей из взаимосвязанных и независимых инвестиционных проектов приводит к широкому спектру задач дискретной оптимизации [3]. Более общая модель возникает при учете факта наличия противоположной стороны. Например, природы, требующей учета рисков, игрока или игроков (реализаторов аналогичных инвестиционных программ), информация о которых известна частично. Моделирование такого обобщенного игрока приводит к задачам теории игр. Стратегии игроков будут существенно зависеть от времени введения проектов, их мощностей и ценообразования. Принятие решения о реализации стратегии основано на анализе модели игры, в общем случае с неполной информацией. Такие модели будут рассмотрены в дальнейших исследованиях.

Таким образом, принятие наилучшего решения возможно при расчете различных вариантов, что достигается декомпозицией системы на подсистемы, т.е. разбиением исходной задачи на подзадачи, а именно: определение рационального момента начала реализации проекта программы; оптимизация финансирования оптимизационных программ. Разработанная модель позволила получить алгоритм пригодный для компьютерной реализации.

### Источники и литература

1. Вязовик С.М. Процесс формирования стратегии финансирования инвестиционной программы предприятия // Ученые записки ТНУ им. В.И. Вернадского 2003. – Том 16 (55). – № 2 экономика. – С. 26–31.
2. Вязовик С.М. Методические аспекты оценки финансирования инвестиционных программ предприятий // Экономика Крыма. – 2005. – № 14. – С. 27–30.
3. Горков А.Ф., Евтеев Б.В., Коршунов В.А. и др. Компьютерное моделирование менеджмента. – М.: Экзамен, 2004. – 528 с.
4. Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. – Киев: Наук. Думка, 1988. – 472 с.