

УДК 339.1

DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_4\_26

**ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА  
ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ\***

**OPTIMIZATION OF THE INVESTMENT PROCESS  
BY PERFORMANCE INDICATORS IN THE TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES**

*И.В. РЫЖОВ, А.П. СОКОЛОВ, И.И. САВЕЛЬЕВ*

*I.V. RYZHOV, A.P. SOKOLOV, I.I. SAVELEV*

**(Военный университет Министерства обороны Российской Федерации,  
Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)**

**(The Military University of the Ministry of Defense of the Russian Federation,  
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)**

E-mail: sii-33@mail.ru, srrpj@mail.ru

*В статье рассматриваются наиболее актуальные аспекты оптимизации инвестиционного процесса по показателям эффективности на предприятиях текстильной промышленности за счет заемных и собственных средств. В результате проведенного анализа делается вывод, что при оптимизации портфелей инвестиционных проектов, реализуемых за счет заемных средств, рекомендуется использовать симплексный метод, применение которого позволяет решить задачу линейного программирования.*

---

\* Исследование проведено при финансовой поддержке экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (исследовательский проект «Применение методов сетевого анализа институциональных факторов становления и развития производственных кластеров»).

\* This research was conducted with the financial support of the Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University (research project «Application of network analysis methods of institutional factors of formation and development of industrial clusters»).

*The article deals with the most relevant aspects of the optimization of the investment process in terms of efficiency at the enterprises of the textile industry at the expense of borrowed and own funds. As a result of the analysis, it is concluded that while optimizing investment project portfolios implemented at the expense of borrowed funds, it is recommended to use the simplex method and its usage allows to solve the problem of linear programming.*

**Ключевые слова:** оптимизация инвестиционного процесса, эффективность инвестиций, инвестиционный портфель, инвестиционный проект, собственные средства, заемные средства, линейное программирование, симплексный метод.

**Keywords:** investment process optimization, investment efficiency, investment portfolio, investment project, own funds, borrowed funds, linear programming, simplex method.

Оптимизация инвестиционных вложений как на текстильных, так и на любых других промышленных предприятиях не имеет принципиальных отличий от оптимизационного процесса применительно к портфелям ценных бумаг, оперируемых в рамках фондового рынка [4...8], [10], [11]. Экономико-математический инструментарий, характеризующий ключевые свойства инвестиционных портфелей и проектов, принципиально одинаков. Тем не менее, разница заключается в объектах приложения инвестиционных ресурсов, которые как с экономической, так и финансовой точек зрения имеют определенные отличия от дериватов фондового рынка. В качестве оптимального принимается такой портфель инвестпроектов или ценных бумаг, который способен максимизировать определенный уровень доходности для заданного уровня риска или, напротив, предполагает минимизацию риска при определенном уровне прибыльности вложений [6...8], [10], [11].

В процессе управления инвестиционным портфелем, как правило, предполагается ряд допущений. Так, первое из них связано с тем обстоятельством, что инвестор реализует решение по вложению инвестиционных ресурсов, которое предполагает обязательный характер анализа текущего состояния его инвестиционных активов до следующего периода [2], [6], [7]. В связи с этим следует констатировать, что теоретические подходы к управлению портфелем

проектов могут применяться только к таким решениям, которые функционируют в рамках соответствующего периода. Кроме того, как правило, считается, что владелец инвестиционных ресурсов принимает решения по реализации определенных проектов при отсутствии платежей по налогам, а также операционных, текущих затрат. Если обозначить через  $r_i$  величину (норму) доходности (прибыльности), через  $R_i$  – прогнозные показатели будущего NPV (чистого дисконтированного потока), а через  $IC_i$  – параметры первоначальных вложений, то норма прибыльности  $i$ -го инвестпроекта выражается формулой:

$$r_i = \frac{R_i - IC_i}{IC_i}. \quad (1)$$

Второе допущение предполагает, что для всех обладателей инвестиционных ресурсов доступна объективная информация экзогенного и эндогенного характера, обеспечивающая возможность определения ожидаемого уровня доходности применительно к каждому из потенциальных инвестиционных проектов, реализуемых в рамках предприятий текстильной отрасли [2], [8].

Третье ограничение состоит в том, что разница между доходами ценных бумаг, так же как и прибыльности определенных инвестиционных проектов в текстильной отрасли, выступает той мерой риска для обладателя инвестиционных ресурсов, которая

связана с каждым проектом (ценной бумагой) [1]. Данное допущение может быть измерено либо посредством дисперсии, либо на основе среднеквадратичного отклонения. Использование данного инструментария для оценки уровня риска следует признать очевидным при наличии нормального распределения вероятностей применительно к потенциальным доходам. Такое развитие ситуации обуславливает возможность проявления любой вероятности отклонения от потенциальной прибыли, ожидаемой инвестором. Проявление вероятностного характера получения конкретного дохода при осуществлении инвестпроекта обуславливает субъективные оценки вероятности наступления тех или иных сценариев. Тогда потенциальный (ожидаемый) доход от реализации любого проекта, связанного с инвестиционными вложениями, нельзя рассматривать в качестве наиболее вероятного результата применительно к целому ряду периодов. В рамках управления инвестиционными ресурсами инвестор практически постоянно связан с проблемой выбора нового инструментария для анализа возможности получения максимальной доходности от реализации инвестиционных проектов в рамках предприятий текстильной промышленности.

*Определение (оценка) оптимального портфеля инвестпроектов применительно к текстильным предприятиям.* Для определения оптимального портфеля инвестпроектов, связанных с развитием предприятий текстильной промышленности, необходимо принять во внимание, прежде всего, предпочтения самих инвесторов [1], [2], [8]. В связи с этим определение оптимальных портфелей проектов инвестиционных вложений предполагает учет ряда ограничений между потенциальным риском и предполагаемой доходностью:

- во-первых, каждый инвестор, при прочих равных условиях, направлен на получение именно максимального дохода, а не оптимального;

- во-вторых, невысокий уровень риска всегда предпочтителен по сравнению с большим, то есть налицо стремление к минимизации риска.

Совокупность данных допущений обуславливает возможность формулирования двух ключевых правил поведения инвесторов при реализации проектов [3], [4].

1. Из двух инвестпроектов с ожидаемым равным доходом, которые предполагают осуществлять текстильное предприятие, следует выбрать тот, для которого характерно наименьшее среднеквадратичное отклонение.

2. Если же риск по двум инвестпроектам, предполагаемым к реализации предприятием текстильной промышленности, одинаков, то нужно выбирать тот из них, который обладает максимальной нормой прибыльности.

Как известно, инвестпроекты могут осуществляться текстильными предприятиями посредством заемных или собственных средств. Если ключевой целью при выборе проекта выступает максимальная прибыль (доход), то выбор падает на инвестпроекты, обладающие максимумом NPV и ROI (рентабельности инвестиций). Тем не менее, при возрастании NPV возрастает и соответствующий риск, на который влияют экзогенные и эндогенные факторы макро- и микросреды текстильных предприятий. К макрокомпоненте в условиях рынка относятся, например, инфляцию или смену экономической политики правительства в отношении определенных отраслей национального хозяйства, к микроэкономическим, в частности, применительно к текстильной отрасли – стоимость сырья и материалов, рабочей силы, использование определенной технологии производства.

Как сами текстильные предприятия, так и обладатели инвестиционных ресурсов нацелены на осуществление наиболее эффективных проектов, что предполагает формулирование двух взаимосвязанных задач: 1) максимизация ожидаемой прибыли для определенного уровня риска; 2) минимальный уровень риска при получении ожидаемой прибыли.

В связи с этим представляется целесообразным проанализировать два типа реализации инвестпроектов текстильными предприятиями: на основе заемных средств, предоставляемых кредитно-финансовыми

учреждениями, и на основе собственных ресурсов. Ключевыми показателями для оценки эффективности при осуществлении таких проектов будут выступать норма (ставка) дисконта ( $i$ ), NPV, риск неполучения прибыли от вложений. Ставка дисконта напрямую связана с уровнем инфляции. Оптимизация, в данном случае, будет предполагать два способа: фиксирование риска инвестиций, нормы дисконта или ограничение прибыльности (доходности). В процессе осуществления такой оптимизации используют, как правило, одномерные симплексные модели, включающие градиентный и производный способы.

*Определение оптимального портфеля инвестиционных проектов предприятий текстильной промышленности.* Определим оптимальную совокупность инвестпроектов на основе заемных ресурсов посредством инструментария линейного программирования, что предполагает характеристику ожидаемой прибыли по определенному активу в виде линейной функции от ставки дохода, не обремененной каким-либо риском, ожидаемой прибыли по портфелю проектов инвестирования и, непосредственно, уровень риска, обусловленного реализацией конкретного проекта. В этом случае ожидаемую прибыль по проекту  $j$  можно записать формулой [6]:

$$E(r_j) - r_s = \beta_j (E(r_n) - r_s). \quad (2)$$

Когда проекты инвестиционных вложений, осуществляемых в рамках текстильных предприятий, суммируются в конкретный портфель, прибыль от каждого из активов формируется в линейной форме, и риск определенного портфеля, представляемого в виде  $\beta$  портфеля, также выступает в качестве линейных параметров. В данном случае это будет средняя взвешенная из  $\beta_j$  отдельных активов.

В последующем нужно проанализировать вопрос формирования конкретных проектов с учетом целевой функции, которая предполагает получение текстильным предприятием максимума ожидаемой прибыли при ограничении, связанном с тем, что критерии доходности  $\beta$  портфеля не

могут превышать 1,3. При этом во внимание принимаются три проекта капиталовложений – А, В и С, рассматриваемых в качестве потенциального выбора. Их ожидаемый доход 0,14, 0,16 и 0,10. Проекты  $\beta$  портфеля будут равны 1,2, 1,4 и 1,0. Долю каждого из трех инвестпроектов обозначим как  $V_A = V_1$ ,  $V_B = V_2$  и  $V_C = V_3$ . Необходимо принять во внимание, что данные веса имеют переменный характер, что обуславливает достижение конкретной цели посредством их корректировки. Ожидаемая прибыль и показатели  $\beta$  каждого из проектов, как правило, фиксируются с учетом конкретной рыночной ситуации, но показатели дохода и величина  $\beta$  портфеля проектов формируются для каждого из проектов инвестиционных вложений текстильного предприятия в рамках данного портфеля. При таком подходе цель характеризуется потребностью в формировании определенных комбинаций весов, направленных на максимизацию целевой функции с учетом указанных ограничений [6].

Следовательно, решение данного вопроса должно быть направлено на достижение оптимальных пропорций применительно к каждому из трех инвестпроектов, что предполагает получение максимальной ожидаемой прибыли на максимуме уровня  $\beta$ . Данное решение может быть сформулировано следующим образом: максимизировать функцию прибыли

$$Z = 0,14V_1 + 0,16V_2 + 0,10V_3 \quad (3)$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 1,2V_1 + 1,4V_2 + V_3 \leq 1,3, \\ 0 \leq V_1 \leq 1, \\ 0 \leq V_2 \leq 1, \\ 0 \leq V_3 \leq 1, \\ V_1 + V_2 + V_3 = 1. \end{cases} \quad (4)$$

Условия (3) и (4) предполагают реализацию данного решения посредством симплексного метода. Левая часть неравенств рассматриваемой системы (4) суммируется с базовыми переменными  $Y_i \geq 0 (i = 1, 2, 3, 4)$ , формируя систему уравнений:

$$\begin{cases} 1,2V_1 + 1,4V_2 + V_3 + Y_1 = 1,3, \\ V_1 + Y_2 = 1, \\ V_2 + Y_3 = 1, \\ V_3 + Y_4 = 1, \\ V_1 + V_2 + V_3 + 0 = 1 \\ -0,14V_1 - 0,16V_2 - 0,1V_3 + Z = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Данная система уравнений решается за счет использования сокращенных (укороченных) симплексных таблиц. Тогда такую систему (5) следует отразить в табл. 1 (сокращенная симплексная таблица) [6].

Таблица 1

СП БП	$V_1$	$V_2$	$V_3$	1
$Y_1$	1,2	1,4	1	=1,3
$Y_2$	1	0	0	=1
$Y_3$	0	1	0	=1
$Y_4$	0	0	1	=1
0	1	1	1	=1
z	-0,14	-0,16	-0,1	=0

В столбце СП БП показаны переменные, имеющие базисный характер, в 1-й строке – свободные переменные. Столбец под номером 1 (последний) демонстрирует совокупность свободных коэффициентов (5). Под столбцами параметров  $V_1, V_2, V_3$ , имеющих переменный характер, показаны коэффици-

енты при этих неизвестных. Тогда по строкам табл. 1 расположены уравнения системы (5).

Принимая во внимание, что переменные, имеющие свободный характер, равны 0, из табл. 1 формулируем первое допустимое решение системы (5):

$$V_1 = 0, V_2 = 0, V_3 = 0, Y_1 = 1,3, Y_2 = 1, Y_3 = 1, Y_4 = 0, Z = 0.$$

В последующем мы можем сформировать определенное улучшение, принимая во внимание следующее правило. В строке Z оцениваем минимальное отрицательное значение – 0,16 с соответствующим ему столбцом  $V_2$ . Содержимое 1-го столбца разделим на элементы  $V_2$ -столбца. В дан-

ном случае минимальное положительное отношение обуславливает содержание разрешающей  $Y_1$ - строки. Пересечение разрешающих столбца и строки определяет разрешающий элемент 1,4.

Таблица 2

СП БП	$V_1$	$Y_1$	$V_3$	1
$V_2$	$6/7$	$5/7$	$5/7$	=13/14
$Y_2$	1	0	0	=1
$Y_3$	$-6/7$	$-5/7$	$-5/7$	=13/14
$Y_4$	0	0	1	=1
0	$1/7$	$-5/7$	$2/7$	=13/14
Z	-1/350	8/70	1/70	=26/175

Далее реализуется шаг с разрешающим элементом 1,4 посредством обыкновенного жорданова исключения и осуществляется переход к табл. 2 (симплексная таблица) в соответствии со следующим принципом: происходит смена мест  $Y_1$  и  $V_2$ . В итоге на месте разрешающего элемента получаем обратную величину. Содержимое разреша-

ющей строки делят на разрешающее число. Содержимое разрешающего столбца делят на разрешающее число со сменой знака на противоположный. Остальные показатели находят на основе правила прямоугольника – старый элемент минус дробь, при этом в числителе записывается произведение конкретного элемента в разрешающем столбце

на соответствующий ему элемент в разрешающей строке, а в знаменателе находится разрешающий элемент [6].

$$V_1 = 0, V_2 = \frac{13}{14}, V_3 = 0, Y_1 = 0, Y_2 = 1, Y_3 = \frac{1}{14}, Y_4 = 1, Z = \frac{26}{175}.$$

Поскольку в Z-строке находится элемент со знаком "-", то согласно указанному правилу получаем разрешающий элемент 1/7 и используем шаг обыкновенного жорданова исключения с разрешающим эле-

Из табл. 2 получаем в большей степени улучшенное допустимое решение:

ментом 1/7. При перемене  $V_1$  и 0, 0-столбец не записывается, так как коэффициенты, которые ему соответствуют, равны нулю. На данной основе строим табл. 3 (симплексная таблица).

Таблица 3

СП БП	$Y_1$	$V_3$	1
$V_2$	5	-1	= 1/2
$Y_2$	5	-2	=1/2
$Y_3$	-5	1	=1/2
$Y_4$	0	0	=1
$V_1$	-5	2	=1/2
z	1/10	1/50	=3/20

Поскольку в Z-строке и 1-столбце нет элементов со знаком "-", получаем оптимальный план, который содержит активы лишь А и В. При этом  $V_1 = V_2 = 0,5$ , а  $Z_{\max} = 0,15$  или 15%.

После этого решается задача построения портфеля проектов капиталовложений с целевой функцией минимального риска инвестиций при ограничении потенциального дохода до 15%. Решение, в данном случае, предполагает нахождение оптимальных показателей применительно к каждому проекту, которые способны обеспечить минимальный потенциальный риск при одновременном максимуме ожидаемой доходности. Эта задача может быть представлена следующим образом [6]:

Минимизация функции  $\beta$

$$Z = 1,2V_1 + 1,4V_2 + 1V_3 \quad (6)$$

при ограничениях

$$\begin{cases} 0,14V_1 + 0,16V_2 + 0,1V_3 \leq 0,15, \\ 0 \leq V_1 \leq 1, \\ 0 \leq V_2 \leq 1, \\ 0 \leq V_3 \leq 1, \\ V_1 + V_2 + V_3 = 1. \end{cases} \quad (7)$$

При определении минимального показателя линейной функции Z на каждом шаге решения задачи посредством симплексного метода в базовые переводятся переменные, входящие в выражение линейной функции с коэффициентом со знаком "-". Тогда показатель оптимума для решения задачи на определение минимального значения линейной функции – отсутствие в ней отрицательных коэффициентов при переменных, которые не являются основными [6].

К левой части первых четырех неравенств системы (7) суммируются базисные переменные  $Y_i \geq 0 (i = 1, 2, 3, 4)$  и системы (6) и (7) представляются в виде системы уравнений:

$$\begin{cases} 0,14V_1 + 0,16V_2 + 0,1V_3 + Y_1 = 0,15, \\ V_1 + Y_2 = 1, \\ V_2 + Y_3 = 1, \\ V_3 + Y_4 = 1. \end{cases} \quad (8)$$

Каждое решение системы (8) будет включать 4 основные и 3 второстепенные переменные. В качестве основных на первом шаге выступают дополнительные переменные  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4$ , которые формируют единичную матрицу. Это, в свою очередь, не дает гарантии того, что коэффициенты при них будут отличны от 0. Не основными (второстепенными) переменными будут  $V_1, V_2, V_3$ . При этом основные переменные выражаются через второстепенные переменные:

$$\begin{cases} Y_1 = 0,15 - 0,14V_1 - 0,16V_2 - 0,1V_3, \\ Y_2 = 1 - V_1, \\ Y_3 = 1 - V_2, \\ Y_4 = 1 - V_3. \end{cases} \quad (9)$$

Полагается, что второстепенные переменные равны 0, то есть  $V_1 = 0, V_2 = 0, V_3 = 0, Y_1 = 0,15, Y_2 = 1, Y_3 = 1, Y_4 = 0, Z = 0$ .

Затем от начального решения переходят к следующему, в соответствии с которым показатель линейной функции  $Z$  возрастает. Это достигается за счет изменения базисного решения – посредством перевода в основные одной из второстепенных переменных.

Рост показателя линейной функции  $Z$  может быть осуществлен посредством перевода в основные той переменной, которая содержится в выражении линейной функции с отрицательным коэффициентом [6].

На втором шаге основными переменными являются  $V_1, Y_1, Y_3, Y_4$ , второстепенными  $V_2, V_3, Y_2$ . Затем новые основные переменные выражаются через новые второстепенные переменные:

$$\begin{cases} V_1 = 1 - Y_2, \\ Y_1 = 0,01 - 0,14Y_2 - 0,16V_2 - 0,1V_3, \\ Y_3 = 1 - V_2, \\ Y_4 = 1 - V_3. \end{cases} \quad (10)$$

Полагается, что второстепенные переменные равны 0, то есть  $V_1 = 1, V_2 = 0, V_3 = 0, Y_1 = 0,01, Y_2 = 0, Y_3 = 1, Y_4 = 1, Z = 1,2$ .

На третьем шаге основными переменными выступают  $V_1, V_2, Y_1, Y_4$ , второстепенными  $V_3, Y_2, Y_3$ . Новые основные переменные и линейная функция выражаются через новые второстепенные переменные, начиная с разрешающего уравнения. В результате соответствующих преобразований имеем:

$$\begin{cases} V_2 = 1 - Y_3, \\ Y_1 = -0,15 - 0,14Y_2 - 0,16Y_3 - 0,1V_3, \\ V_1 = 1 - Y_2, \\ Y_4 = 1 - V_3. \end{cases} \quad (11)$$

Считается, что второстепенные переменные равны нулю, то есть  $V_1 = 1, V_2 = 1, V_3 = 0, Y_1 = -0,15, Y_2 = 0, Y_3 = 0, Y_4 = 1, Z = 2,6$ .

В рамках четвертого шага основными переменными выступают  $V_1, V_2, V_3, Y_1$ , второстепенными  $Y_2, Y_3, Y_4$ . После преобразования получаем

$$\begin{cases} V_3 = 1 - Y_4, \\ Y_1 = -0,25 - 0,14Y_2 - 0,16Y_3 - 0,1Y_4, \\ V_1 = 1 - Y_2, \\ V_2 = 1 - Y_3. \end{cases} \quad (12)$$

Таким образом, оптимальный план проекта включает активы А, В, С и при этом  $V_1 = V_2 = V_3 = 1$ , а  $Z_{\min} = 3,6$  [6].

При анализе проектов инвестиционных вложений в текстильные предприятия, осуществляемые на основе собственных ресурсов, оптимизация осуществляется на основе методов динамического программирования.

Если допустить, что имеется какое-то количество собственных средств, которые необходимо распределить между  $n$ -м числом инвестпроектов текстильного предприятия, то это должно быть сделано таким образом, чтобы суммарно была достигнута максимальная эффективность в соответствии с выбранным способом распределения. В связи с этим вводятся обозначения:

$x_i, i = \bar{1}, \bar{n}$  – количество рисков по каждому инвестпроекту текстильного предприятия;

$g_i(x_i)$  – функция полезности: величина дохода от осуществления  $i$ -го инвестпроекта текстильного предприятия с определенным уровнем риска  $x_i$ ;

$f_k(x)$  – максимальная прибыль, которую можно получить от первых  $k$  инвестпроектов при ожидаемом уровне риска  $x$ .

Данная задача может быть записана следующим образом:

$$f_n = \sum_{i=1}^n g_i(x_i) \rightarrow \max; \quad (13)$$

$$\sum_{x=1}^n x_i = x; \quad x_i \geq 0, \quad i = \bar{1}, \bar{n}.$$

Для ее решения записывают рекуррентное соотношение, связывающее  $f_k(x)$  и  $f_{k-1}(x)$ . Если обозначить через  $x_k$  величину риска при  $k$  инвестпроектах ( $0 \leq x_k \leq x$ ). Тогда для  $k-1$  проектов инвестирования предприятия текстильной промышленности характерен риск, который равен  $x - x_k$ . Максимум дохода, получаемого при использовании ресурсов  $x - x_k$  от первых  $k-1$  проектов текстильного предприятия составит  $f_{k-1}(x - x_k)$ . Для получения максимальной прибыли от  $k$ -го и первых  $k$  инвестпроектов важно так выбрать  $x_k$ , чтобы соблюдались соотношения:

$$f_1(x) = g_1(x); \quad (14)$$

$$f_k(x) = \max \{g_k(x_k) + f_{k-1}(x - x_k)\},$$

$$k = \bar{2}, \bar{n}.$$

В последующем важно решить конкретную задачу по инвестированию ресурсов в проекты трех текстильных предприятий: 1, 2, 3. Задача состоит в нахождении таких проектов, которые обеспечивают максимум доходности при заданном риске. В табл. 4 представлены исходные данные.

Т а б л и ц а 4

Риск, млн.руб.	Доходность, млн.руб.		
	1	2	3
5	8	10	12
10	16	20	21
12	25	28	27
14	36	40	38

Реализация данной задачи делится на 3 этапа, по числу текстильных предприятий, осуществляющих инвестпроекты.

Рекуррентные соотношения для каждого предприятия имеют следующий вид: для текстильного предприятия 1

$$f_1(x) = g_1(x); \quad (15)$$

для всех остальных текстильных предприятий

$$f_k(x) = \max \{g_k(x_k) + f_{k-1}(x - x_k)\}, \quad k = \bar{2}, \bar{n}.$$

Задача решается согласно рекуррентным соотношениям:

1-й этап. Вложения осуществляются лишь в 1-е текстильное предприятие:

$$f_1(5) = 8,$$

$$f_1(10) = 16,$$

$$f_1(12) = 25,$$

$$f_1(14) = 36.$$

2-й этап. Инвестиционные ресурсы вкладываются в 1-е и 2-е текстильные предприятия. Рекуррентное соотношение для данного этапа имеет следующий вид:

$$f_2(x) = \max \{g_2(x_2) + f_1(x - x_2)\}. \quad (16)$$

На основе данного соотношения находят:

$$\begin{aligned} \text{при } x = 5 \quad f_2(5) &= \max \{8 + 0, 0 + 10\} = \max \{8; 10\} = 10; \\ \text{при } x = 10 \quad f_2(10) &= \max \{16, 8 + 10, 20\} = \max \{16, 18, 20\} = 20; \\ \text{при } x = 12 \quad f_2(12) &= \max \{25, 16 + 10, 8 + 20, 28\} = \max \{25, 26, 28, 28\} = 28; \\ \text{при } x = 14 \quad f_2(14) &= \max \{36, 25 + 10, 16 + 20, 8 + 28, 40\} = \max \{36, 35, 36, 36, 40\} = 40. \end{aligned}$$

3-й этап.

В третье предприятие вложения осуществляются по формуле

$$f_3(x) = \max \{g_3(x_3) + f_2(x - x_3)\}. \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \text{при } x = 5 \quad f_3(5) &= \max \{10, 12\} = 12; \\ \text{при } x = 10 \quad f_3(10) &= \max \{20, 10 + 12, 21\} = \max \{20, 22, 21\} = 22; \\ \text{при } x = 12 \quad f_3(12) &= \max \{28, 20 + 12, 10 + 21, 27\} = \max \{28, 32, 31, 27\} = 32; \\ \text{при } x = 14 \quad f_3(14) &= \max \{40, 28 + 12, 20 + 21, 10 + 27, 38\} = \max \{40, 40, 41, 37, 38\} = 41. \end{aligned}$$

Итак, мы получаем уравнения от 1-го до 3-го этапа. После этого мы возвращаемся от 3-го этапа к 1-му, анализируя полученные варианты роста. Максимум дохода в размере 41 млн.руб. мы можем получить на 3-м этапе (20 + 21), то есть 21 млн.руб. соответствует проекту капиталовложений предприятия текстильной промышленности номер 3 с риском в 10 млн.руб. Согласно результатам второго этапа 20 млн.руб. получено при осуществлении проекта инвестиционных вложений текстильного предприятия номер 2 с учетом риска в 10 млн.руб. Таким образом, инвестиции с максимумом прибыли в 41 млн.руб. и потенциальным риском в 10 млн.руб. мы получим при осуществлении проектов 2-м и 3-м текстильными предприятиями.

Задача оптимизации проектов инвестиционных вложений при запланированной доходности и минимальном уровне риска может быть сведена к решению задачи по критерию минимизации с учетом целой численности, накладываемой на переменные.

Допустим изначальную заданность доходности проектов капиталовложений в

текстильные предприятия. Нам необходимо выбрать реализуемые хозяйствующими субъектами проекты инвестиций таким образом, чтобы обеспечивать при их осуществлении минимальные риски.

Для этого вводим следующие обозначения:  $x$  – количество подлежащих реализации проектов;  $x_i, i = \bar{1}, \bar{n}$  – количество реально осуществляемых проектов;  $g_i(x_i)$  – функция, равная уровню риска при реализации  $i$ -го инвестпроекта  $x_i$ ;  $\varphi_k(x)$  – минимально ожидаемый риск, получаемый при осуществлении  $x$  проектов первыми  $k$  способами.

Решение задачи обеспечения минимально допустимого риска при осуществлении проектов капиталовложений в предприятия текстильной промышленности с фиксированной прибылью можно сформулировать следующим образом:

$$\varphi_n = \min \sum_{i=1}^n g_i(x_i); \quad (18)$$

$$\sum_{x=1}^n x_i = x; \quad x_i \geq 0, \quad i = \bar{1}, \bar{n}.$$

Экономический смысл переменных  $x_i$  обусловлен необходимостью нахождения проектов с минимумом риска и фиксированной доходностью.

*Определение минимальных рисков при осуществлении предприятиями текстильной отрасли инвестиционных проектов.*

Рассмотрим проекты инвестиционных вложений одинаковой доходности, предполагающие получение минимума рисков, для трех текстильных предприятий. Значения функции  $g_i(x_i)$  показаны в табл. 5 (исходные данные).

Т а б л и ц а 5

Предприятия	Риск инвестиционных проектов, млн.руб.			
	1	2	3	4
$g_1(x)$	11	18	35	37
$g_2(x)$	10	19	34	39
$g_3(x)$	9	20	36	40

Решение задачи проводят с использованием рекуррентных соотношений в три этапа.

Для первого текстильного предприятия

$$\varphi_1(x) = \min g_i(x_i) = g_1(x). \quad (19)$$

Для других текстильных предприятий

$$\varphi_k(x) = \min \{g_k(x_k) + \varphi_{k-1}(x - x_k)\},$$

$$k = \bar{2}, \bar{n}.$$

Этап 1. Если осуществлять вложения в проекты 1-го предприятия текстильной промышленности, то

$$\begin{aligned} \varphi_1(1) &= g_1(1) = 11, \\ \varphi_1(2) &= g_1(2) = 18, \\ \varphi_1(3) &= g_1(3) = 35, \\ \varphi_1(4) &= g_1(4) = 37. \end{aligned}$$

Минимальные риски при  $x = 4$  составят 37 млн.руб.

Этап 2. В его рамках определяется оптимальная стратегия при вложении инвестиций в четыре проекта первых двух предприятий текстильной отрасли.

Находят  $\varphi_2(1)$ :

$$\begin{aligned} g_2(1) + \varphi_1(0) &= 10 + 0 = 10, \\ g_2(0) + \varphi_1(1) &= 0 + 11 = 11, \\ \varphi_2(1) &= \min \{10, 11\} = 10. \end{aligned}$$

Вычисляют  $\varphi_2(2)$ :

$$\begin{aligned} g_2(2) + \varphi_1(0) &= 19 + 0 = 19, \\ g_2(1) + \varphi_1(1) &= 10 + 11 = 21, \\ g_2(0) + \varphi_1(2) &= 0 + 18 = 18, \\ \varphi_2(2) &= \min \{19, 21, 18\} = 18. \end{aligned}$$

Находят  $\varphi_2(3)$ :

$$\begin{aligned} g_2(3) + \varphi_1(0) &= 34 + 0 = 34, \\ g_2(2) + \varphi_1(1) &= 19 + 11 = 30, \\ g_2(1) + \varphi_1(2) &= 10 + 18 = 28, \\ g_2(0) + \varphi_1(3) &= 0 + 35 = 35, \\ \varphi_2(3) &= \min \{34, 30, 28, 35\} = 28. \end{aligned}$$

Вычисляют  $\varphi_2(4)$ :

$$\begin{aligned} g_2(4) + \varphi_1(0) &= 39 + 0 = 39, \\ g_2(3) + \varphi_1(1) &= 34 + 11 = 45, \\ g_2(2) + \varphi_1(2) &= 19 + 18 = 37, \\ g_2(1) + \varphi_1(3) &= 10 + 35 = 45, \\ g_2(0) + \varphi_1(4) &= 0 + 20 = 20, \\ \varphi_2(4) &= \min \{39, 45, 37, 45, 20\} = 20. \end{aligned}$$

Минимальные риски при  $x = 4$  составят 20 млн.руб.

Этап 3. Определяется оптимальная стратегия при вложении в четыре инвестпроекта трех текстильных предприятий по формуле

$$\varphi_3(x) = \min \{g_3(x_3) + \varphi_2(x - x_3)\}. \quad (20)$$

Находят  $\varphi_3(4)$ :

$$\begin{aligned} g_3(4) + \varphi_2(0) &= 40 + 0 = 40, \\ g_3(3) + \varphi_2(1) &= 36 + 10 = 46, \\ g_3(2) + \varphi_2(2) &= 20 + 18 = 38, \\ g_3(1) + \varphi_2(3) &= 9 + 28 = 37, \\ g_3(0) + \varphi_2(4) &= 0 + 20 = 20, \\ \varphi_2(4) &= \min \{40, 46, 38, 37, 20\} = 20. \end{aligned}$$

Из последнего выражения мы получаем, что минимальный риск при  $x = 4$  составляет 20 млн.руб. В целом же оценены риски при осуществлении всех трех этапов проектов инвестирования. При возврате от 3-го к 1-му этапу минимальный риск в 20 млн.руб. на 2-м и 3-м этапе соответствует 2-му реализуемому проекту 3-го текстильного предприятия.

В итоге стратегия оптимизации будет состоять в осуществлении проекта капиталовложений 2-м и 3-м предприятиями текстильной промышленности, при котором минимум риска составит 20 млн.руб.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, по результатам анализа процесса оптимизации инвестиционных проектов по критериям эффективности предприятий текстильной отрасли необходимо сформулировать ряд следующих выводов.

1. Экономико-математический инструментарий, характеризующий свойства и другие элементы портфелей ценных бумаг и портфели инвестиционных проектов в текстильной промышленности, в целом можно признать одинаковыми, различающимися лишь спецификой объектов инвестиционных вложений.

2. Оптимальным следует признать такой портфель инвестиционных проектов для текстильных предприятий, который обеспечивает получение максимального ожидаемого дохода от капиталовложений при за-

данном уровне риска, или при котором минимизируется риск для заданного уровня прибыли.

3. Симплексный метод рекомендуется использовать в случае оптимизации портфелей проектов инвестиционных вложений текстильными предприятиями, которые осуществляются на основе заемных ресурсов, поскольку его использование обеспечивает решение задачи линейного программирования, имеющей канонический вид.

4. Динамическое программирование подходит, в свою очередь, для оптимизации портфелей инвестпроектов предприятий текстильной промышленности, которые планируются к реализации с использованием собственных средств, что обуславливает необходимость принятия во внимание этапности разработки и принятия решений относительно реализации конкретных проектов инвестиционных вложений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Буянский С.Г., Трунцевский Ю.В. Корпоративное управление, комплаенс и риск-менеджмент. – М.: Русайнс, 2017.
2. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент: принципы и методики. – М.: Вильямс И.Д., 2017.
3. Ильина Л.Ю. Совершенствование системы планирования снабжения предприятий легкой промышленности в условиях стратегических изменений: Дис...канд. экон. наук. – Кострома, КГТУ, 2014.
4. Кудрявцев А.А. Интегрированный риск-менеджмент. – М.: Экономика, 2018.
5. Лахметкина Н.И. Инвестиционная стратегия предприятия. – М.: КноРус, 2016.
6. Нешитой А.С. Инвестиции. – М.: Дашков и К°, 2018.
7. Пустовалов М.Н. Инновационные подходы к совершенствованию методов управления инвестиционно-строительной деятельностью: Дис...канд. экон. наук. – М.: Государственная академия строительства и жилищно-коммунального комплекса, 2010.
8. Риск-менеджмент инвестиционного проекта / Под ред. Грачевой М.В. – М.: Юнити, 2018.
9. Тьюлз Р.Дж., Брэдли Э.С., Тьюлз Т.М. Фондовый рынок / Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1997.
10. Уткин А.И., Сперанский С.Н. Управление доходным потенциалом кластерообразующих предприятий Ивановской области // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, №3.

11. Чепкасов В.В. Инвестиции: понятие и основные виды // Научно-практический электронный журнал "Аллея Науки". – 2019, №5.

12. Шапкин А.С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. – М.: Дашков и Ко, 2018.

13. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Управление портфелем инвестиций ценных бумаг. – М.: Дашков и Ко, 2018.

#### REFERENCES

1. Buyanskiy S.G., Truntsevskiy Yu.V. Korporativnoe upravlenie, komplains i risk-menedzhment. – М.: Rusayns, 2017.

2. Damodaran A. Strategicheskij risk-menedzhment: printsipy i metodiki. – М.: Vil'yams I.D., 2017.

3. П'ина Л.Ю. Sovershenstvovanie sistemy planirovaniya snabzheniya predpriyatij legkoy promyshlennosti v usloviyakh strategicheskikh izmeneniy: Dis....kand. ekon. nauk. – Kostroma, KGTU, 2014.

4. Kudryavtsev A.A. Integrirrovanny risk-menedzhment. – М.: Ekonomika, 2018.

5. Lakhmetkina N.I. Investitsionnaya strategiya predpriyatija. – М.: KnoRus, 2016.

6. Neshitoy A.S. Investitsii. – М.: Dashkov i Ko, 2018.

7. Pustovalov M.N. Innovatsionnye podkhody k sovershenstvovaniyu metodov upravleniya investitsionno-stroitel'noy deyatel'nost'yu: Dis....kand. ekon. nauk. – М.: Gosudarstvennaya akademiya stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo kompleksa, 2010.

8. Risk-menedzhment investitsionnogo proekta / Pod red. Grachevoy M.V. – М.: Yuniti, 2018.

9. T'yulz R.Dzh., Bredli E.S., T'yulz T.M. Fondovyy rynek / Per. s angl. – М.: INFRA-M, 1997.

10. Utkin A.I., Speranskiy S.N. Upravlenie dokhodnym potentsialom klasteroobrazuyushchikh predpriyatij Ivanovskoy oblasti // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2019, №3.

11. Чепкасов В.В. Investitsii: ponyatie i osnovnye vidy // Nauchno-prakticheskij elektronnyy zhurnal "Alleya Nauki". – 2019, №5.

12. Shapkin A.S. Ekonomicheskie i finansovye riski. Otsenka, upravlenie, portfel' investitsiy. – М.: Dashkov i Ko, 2018.

13. Shapkin A.S., Shapkin V.A. Upravlenie portfelem investitsiy tsennykh bumag. – М.: Dashkov i Ko, 2018.

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга имени А.Г. и Н.Г. Столетовых. Поступила 12.07.21.