

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

В.Д. Третьяков, аспирант,
В.В. Криворотов, д-р экон. наук, профессор,
А.В. Калина, канд. техн. наук, доцент,¹
г. Екатеринбург

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОТБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА²

В статье предложен методический подход к отбору оптимального инвестиционного портфеля проектов, направленных на решение задач развития и повышения конкурентоспособности производственного комплекса (ПК). В качестве целевого критерия предлагается сводный индекс конкурентоспособности, охватывающий шесть основных сторон деятельности ПК. Методический подход учитывает основные ограничения на принятие проектов к реализации, обусловленные спецификой ведения бизнеса. В качестве базового алгоритма оптимизации взят алгоритм динамического программирования. Апробация предлагаемого метода выполнена на практическом примере.

Ключевые слова: производственный комплекс, оптимизация портфеля проектов, индекс конкурентоспособности, динамическое программирование.

Современный мир характеризуется чрезвычайно сильной конкуренцией между предприятиями за признание потребителя и доступ к различным видам ресурсов. В то же время в качестве игроков на рыночной арене все в большей степени начинают выступать уже не отдельные предприятия, а образуемые ими производственные объ-

единения или комплексы, деятельность которых может охватывать не только предприятия, сосредоточенные в одном регионе (стране), но и носить глобальный характер, объединяя предприятия, расположенные в разных государствах. При этом зачастую деятельность указанных производственных комплексов может быть сильно диверсифицирована и включать различные направления деятельности, которые могут быть практически не связанными между собой в технологическом цикле. Это, в свою очередь, является одним из направлений поддержания и укрепления конкурентных позиций производственных комплексов и отдельных предприятий, их образующих.

¹ Третьяков Василий Дмитриевич – аспирант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: vdtretuyakov@mail.ru.

Криворотов Вадим Васильевич – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики производственных и энергетических систем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: v_krivorotov@mail.ru.

Калина Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры экономики производственных и энергетических систем Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина; e-mail: alexkalina74@mail.ru.

² Исследование проведено при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (поддержка научных исследований, проводимых коллективами научно-образовательных центров в области экономических наук, соглашение № 14.А18.21.0018).

С другой стороны, процесс поддержания и повышения конкурентоспособности производственных комплексов требует постоянного решения задач их развития, в первую очередь связанных с внедрением инноваций, а также технических, технологических и организационных нововведений. Это требует внедрения различных пакетов инвестиционных проектов и мероприятий, направленных на улучшение различных сторон деятельности производственных комплексов.

Однако ресурсы, требуемые для реализации проектов, у хозяйствующих субъектов ограничены, и им приходится производить выбор наиболее оптимального портфеля проектов из множества возможных альтернатив, исходя из имеющихся в наличии ресурсов. Зачастую такой выбор осуществляется интуитивно, основываясь на видении и квалификации высшего менеджмента производственных комплексов. Безусловно, такой подход имеет право на жизнь, так как менеджеры являются теми специалистами-экспертами, которые хорошо знают рынки, конкурентов, тенденции и будущие перспективы развития в той или иной сфере деятельности. В то же время при таком подходе всегда есть достаточно большая вероятность ошибки, так как нет специалистов, которые были бы равнокомпетентными в различных сферах деятельности, в рамках которых может развиваться производственный комплекс и его предприятия. Кроме того, в рамках упомянутого подхода всегда возникают трудности при выборе портфеля проектов из множества возможных альтернатив, когда задача не имеет однозначного решения (особенно при выборе среди проектов, имеющих сопоставимые показатели эффективности их реализации).

Поэтому с нашей точки зрения более предпочтительным является подход, использующий оптимизацию портфеля проектов по заданному критерию с учетом возможных ограничений. Общие алгоритмы решения оптимизационных задач в отече-

ственной и зарубежной науке проработаны достаточно глубоко, однако на сегодняшний день актуальность приобретает адаптация известных алгоритмов к условиям конкретных задач.

В настоящей статье речь пойдет об оптимизации портфеля проектов мероприятий и работ, направленных на повышение конкурентоспособности крупного производственного комплекса (ПК) в условиях ограниченности финансовых ресурсов (что всегда имеет место на практике) и с учетом специфики его деятельности. В качестве целевого критерия выступает интегральный индекс конкурентоспособности ПК (при решении оптимизационной задачи предполагается его максимизация), который определяется на основе разработанного авторами и прошедшего широкую апробацию методического подхода [1–3]. В рамках рассматриваемой задачи интегральный индекс конкурентоспособности ПК рассчитывается на основе шести частных индексов по следующей формуле:

$$K_{\text{ПК}} = \sqrt[6]{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где K_1 – частный индекс конкурентоспособности, характеризующий операционную эффективность и положение на рынке ПК, отн. ед.;

K_2 – индекс, характеризующий состояние и эффективность функционирования производственной базы ПК, отн. ед.;

K_3 – индекс конкурентоспособности, характеризующий инвестиционную и инновационную активность ПК, отн. ед.;

K_4 – индекс, характеризующий качество организации и управления деятельностью ПК, отн. ед.;

K_5 – индекс, характеризующий состояние инфраструктуры и климатические условия на территории базирования ПК, отн. ед.;

K_6 – индекс, характеризующий риски, связанные с деятельностью ПК, отн. ед.

Укрупненные составляющие, входящие в каждый из упомянутых индексов, при-

ведены в работе Криворотова В.В., Калины А.В., Третьякова В.Д., Тиханова Е.А. Парфенова К.Е. «Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов» [3]. Ниже приведем только краткое пояснение по каждому из индексов.

В состав индекса K_1 входят показатели результативности деятельности ПК, занимаемая им доля рынка, а также производительность труда. Индекс K_2 включает в себе состояние основных фондов и трудовых ресурсов ПК, прогрессивность технологических процессов, уровень энергоемкости производства и др. Индекс K_3 характеризует уровень инвестирования предприятий ПК, а также инновационную активность. В состав индекса K_4 входят уровень качества менеджмента и уровень оплаты труда на предприятиях ПК. Индекс K_5 связан с условиями для ведения бизнеса на территории базирования ПК. В состав индекса K_6 включаются основные риски, связанные с деятельностью ПК (устанавливаются отдельно для каждого ПК).

В соответствии с методическим принципом оценки [1–3] каждый показатель ПК сравнивается с показателем базовой (эталонной) модели, и на основе этих соотношений рассчитываются индексы конкурентоспособности. В связи с этим показатели результативности реализации проектов по развитию ПК, таких, например, как повышение производительности труда, сокращение удельных производственных затрат, снижение степени изношенности основных фондов и другие, следует перевести в приросты (изменения) соответствующих индексов K_i .

Оценка влияния реализации проектов на отдельные показатели конкурентоспособности является отдельной крупной задачей. При этом следует отметить, что в подавляющем числе случаев реализуемые проекты оказывают комплексное влияние на многие показатели конкурентоспособности ПК. На ряд показателей проекты

оказывают прямое влияние (например, рост объемов производства, рост прибыли и т. п.), и его учет очевиден. В то же время на ряд других показателей прямые оценки получить невозможно. В этом случае предлагается использовать экспертные оценки, либо процедуры экономико-статистического моделирования. Следует отметить, что для каждого показателя конкурентоспособности ПК используются индивидуальные подходы для оценки влияния на них реализуемых проектов (группы проектов) в зависимости от их направленности, разработка которых является предметом отдельного исследования, выходящего за рамки настоящей статьи.

По результатам оценки влияния реализации проектов на показатели конкурентоспособности ПК по каждому из проектов формируется вектор результативности реализации проекта P_p , элементами которого будут приросты соответствующих показателей конкурентоспособности ΔK_i , а по совокупности проектов – матрица результативности P размерностью $n \times m$, где n – количество предлагаемых к реализации проектов; m – число учитываемых показателей конкурентоспособности. При этом ΔK_i определяется исходя из соотношения:

$$\Delta K_i = \frac{K_i^{\text{рез}}}{K_i}, \quad (2)$$

где K_i – значение показателя конкурентоспособности ПК до реализации проекта (исходное значение);

$K_i^{\text{рез}}$ – значение показателя конкурентоспособности ПК после реализации проекта.

Также следует отметить, что если проект не влияет на какой-либо показатель конкурентоспособности K_i , то $\Delta K_i = 1$.

В общем виде задача выбора оптимального портфеля проектов состоит в отборе таких проектов, осуществление которых обеспечит максимально возможный прирост конкурентоспособности ПК в условиях ограниченности финансовых ресурсов.

Следует отметить, что задача оптимизации портфеля проектов получила широкое развитие в трудах многих ученых. Так, например, в работе Криворотова В.В. «Методология формирования механизма управления конкурентоспособностью предприятия» [4] рассмотрен подход, основанный на матрично-ресурсном моделировании, который получил развитие в настоящей статье. В аналогичном направлении задача оптимизации решается и во многих других работах [5–13].

В нашем случае по аналогии с упомянутыми работами алгоритм выбора оптимального портфеля проектов начинается с формирования выборки всей возможной совокупности проектов по развитию ПК с указанием стоимости реализации, этапов финансирования, матриц эффективности, выраженных в приросте K_i . Каждому j -му проекту ставится в соответствие булева переменная x_j , такая, что:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если проект принимается} \\ 0, & \text{если проект отклоняется} \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, оптимизация будет заключаться в формировании матрицы $X = \{x_j\}$, характеризующей принятие одних проектов и отклонение других.

Как отмечалось ранее, целевая функция при оптимизации задается выражением (1), где K_1, K_2, \dots, K_6 характеризуют матрицу эффективности всего пакета проектов. При этом каждая составляющая K_i будет определяться следующим образом:

$$\Delta K_i = \prod_{j=1}^n \Delta K_{ij}^{x_j}, \quad (4)$$

где j – номер проекта;

n – общий размер выборки проектов.

Поясним смысл выражения (3). При принятии проекта $x_j = 1$, тогда $\Delta K_{ij}^1 = \Delta K_{ij}$, то есть результативность возрастает в K_{ij} раз;

при $x_j = 0$ $\Delta K_{ij}^0 = 1$, следовательно, при отклонении j -го проекта результативность уменьшается на 1, а, стало быть, остается неиз-

менной. Как видно, целевая функция в нашем случае является мультипликативной.

Чаще всего реальная ситуация такова, что финансовые средства, выделяемые на проекты развития ПК, а также графики реализации самих проектов являются поэтапными, в связи с чем задача оптимизации будет представлять собой многошаговый процесс. В этом случае для решения задачи может быть применен инструментарий динамического программирования (ДП) [14–17].

В соответствии с методом ДП основными характеристиками системы на k -м шаге являются: состояние системы S_k (в нашем случае это объем доступных инвестиционных средств на k -м шаге); управляющее воздействие x_k (принятие/отклонение проектов на k -м шаге); целевая функция на k -м шаге Z_k .

В общем виде уравнение состояния на k -м шаге будет иметь вид:

$$S_k = S_{k-1} - \sum_{j=1}^n c_j \cdot x_{jk} + D_{\text{поступл. } k}, \quad (5)$$

где S_{k-1} – состояние системы на предыдущем шаге;

c_j – стоимость реализации j -го проекта;

$D_{\text{поступл. } k}$ – поступление денежных средств к k -му шагу.

Разница первых двух членов в правой части формулы (5) есть не что иное, как остаток денежных средств после принятия к реализации проектов на k -м шаге.

Целевая функция на k -м шаге характеризуется следующим уравнением:

$$Z_k = \sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \Delta K_{ik}} \cdot Z_{k-1}, \quad (6)$$

где ΔK_{ik} – прирост i -го показателя конкурентоспособности ПК на k -м шаге;

Z_{k-1} – значение целевой функции на предыдущем шаге.

Как правило, многие проекты финансируются и реализуются не сразу, а поэтапно. Тогда задача пошаговой оптимизации сводится к планированию отбора таких проектов, стоимость реализации которых на

всех этапах их осуществления может быть покрыта имеющимися на соответствующих этапах инвестиционными средствами. Тогда проект должен удовлетворять следующему ограничению:

$$\sum_{j=1}^{N_{\text{прин}}} c_{jl} \cdot x_{jk} \leq S_{k+l-1}, \quad (7)$$

где l – промежуточный этап финансирования j -го проекта, $l \in [1; m]$;

$N_{\text{прин}}$ – количество принятых проектов.

Таким образом, при выборе оптимального пакета проектов учитывается возможность их финансирования на всех этапах.

Уравнение состояния (5) на k -м шаге реализации проекта приходит к следующему виду:

$$S_k = S_{k-1} - \sum_{j=1}^{(n-N_{\text{профин}})} c_{jl} \cdot x_j + D_{\text{поступл. } k}, \quad (8)$$

где $N_{\text{профин}}$ – количество проектов, получивших финансирование.

Тогда ограничение (7), учитывающее поэтапное финансирование, примет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^{(n-N_{\text{профин}})} c_{j(l+1)} \cdot x_j \leq S_{(k-1)+l} - \sum_{j=1}^{(n-N_{\text{профин}})} c_{jl} \cdot x_j + D_{\text{поступл.}} \quad (9)$$

При этом связанные проекты рассматриваются как единый многоэтапный проект.

При разбивке проекта на этапы финансирования неизбежно встает вопрос о соответствующей разбивке на эти же этапы прироста его результативности. Практика показывает, что прирост результативности начинается не сразу с момента начала финансирования проекта, а по истечении определенного времени, когда начинается отдача от проекта (прирост выпуска продукции, рост прибыли и т. п.). Если учитывать результативность многоэтапных проектов таким образом, отдавая практически весь положительный результат на последние этапы, то первые этапы реализации проекта окажутся малопривлекательными, и прове-

сти оптимизацию методами математического программирования станет затруднительным. Если же весь ожидаемый результат реализации проекта отнести на первый этап, то оценка окажется чересчур завышенной – высокая результативность при сравнительно невысоких (на первом этапе) затратах. В результате, можно исключить из оптимального портфеля более дорогие на начальном этапе, но более результативные в целом проекты. В связи с этим в предлагаемом подходе результативность реализации проекта разбить равными долями на все этапы финансирования либо пропорционально доле финансирования на каждом этапе.

Учитывая то, что целевая функция является мультипликативной, следует результативность проекта возвести в весовую степень, то есть:

$$\Delta K_{jl} = \Delta K_j \left(\frac{c_{jl}}{c_{j\bar{r}}} \right), \quad (10)$$

где ΔK_{jl} – прирост показателя конкурентоспособности ПК в результате реализации j -го проекта на этапе l .

Теперь осталось учесть целостность реализации многоэтапных проектов, то есть учесть в предлагаемой модели условие, чтобы на завершающих итерациях не выбрать проекты, которые будут реализованы частично. Для этого в модель вводятся два ограничения: ограничение срока реализации проекта и ограничение объема инвестируемых средств.

1. Ограничение срока реализации проектов. Применяется, если стратегия (программа) развития ПК имеет жесткие временные рамки. Смысл данного ограничения заключается в том, что срок реализации всех отобранных проектов должен завершиться не позже завершения срока реализации стратегии развития ПК, отведенного на эти цели. Математически данное ограничение запишется следующим образом.

Пусть k – очередной итерационный шаг, $k \in [0; r]$, где r срок реализации стратегии (программы) развития ПК. Каждый j -й про-

ект характеризуется сроком реализации m_j . Тогда для каждого проекта P_j должно выполняться следующее условие:

$$r - k \geq m_{jk} \cdot x_{jk}, \quad (11)$$

где m_{jk} – общий срок финансирования j -го проекта, принимаемого к реализации на k -м шаге.

Следует отметить, что для применения данного ограничения необходимо $l \in [1; m]$ и $k \in [0; r]$ привести к единым единицам измерения.

2. Ограничение объема инвестируемых средств. Для учета данного ограничения достаточно из выражения (9) исключить денежные поступления, когда они фактически прекратят поступать.

В результате математическая формулировка задачи выбора оптимального портфеля проектов развития ПК примет следующий вид:

$$Z_r = \prod_{k=1}^r Z_k \rightarrow \max;$$

$$Z_k = \sqrt[6]{\prod_{j=1}^6 \Delta K_{jk} \cdot Z_{k-1}} \rightarrow \max;$$

$$S_k = S_{k-1} - \sum_{j=1}^{(n-N_{\text{проект}})} c_{jl} \cdot x_j + D_{\text{поступл.}, k}, \quad x_j - \text{двоичное};$$

$$\sum_{j=1}^{N_{\text{мин}}} c_{jl} \cdot x_{jk} \leq S_{k+l-1};$$

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\leq 1 \quad (\text{для альтернативных проектов 1 и 2}); \\ x_{jk} \cdot m_{jk} &\leq r - k. \end{aligned} \quad (12)$$

Так как целевая функция нелинейна, то для ее оптимизации на каждом шаге следует применять методы нелинейного программирования. Для реализации предложенного выше алгоритма возможно использование стандартных программных пакетов, например, Microsoft Excel (надстройка «Поиск решения»).

Рассмотрим процедуру отбора оптимального портфеля проектов развития ПК, использующую предложенную выше модель, на конкретном примере. Пусть в крупном производственном комплексе имеется

портфель проектов развития. Показатели результативности каждого проекта были заблаговременно переведены в приросты отдельных показателей конкурентоспособности ΔK_j , и на их основе была составлена матрица результативности – P . Информация по проектам представлена в табл. 1.

Срок реализации стратегии развития ПК составляет девять лет. Общая сумма финансирования проектов составляет 56 000 тыс. у. е. В табл. 2 представлен график выделения средств на реализацию стратегии.

Требуется выполнить отбор оптимального портфеля проектов с учетом оптимизации графика их реализации. Целевая функция задается выражением (1). Как было отмечено выше, матрица результативности реализации проектов также разбивается на этапы пропорционально объемам финансирования проектов в соответствии с выражением (10). В табл. 3 приведены данные по проектам, необходимые для оптимизации на первой итерации.

Поскольку ни один проект еще не выбран, все данные по проектам приводятся за первый этап. Используя надстройку Microsoft Excel «Поиск решения», проводим оптимизацию за 1 год. Целевая функция – выражение (1). Объем располагаемых средств в течение первого этапа – 5500 тыс. у. е. (табл. 2).

Первое ограничение:

$$\sum x_j \cdot c_{1j} \leq 5500,$$

где c_{1j} – затраты по реализации j -го проекта на первом этапе.

Второе ограничение:

$$c_{2j} \cdot x_{jk} \leq S_{k+1},$$

где c_{2j} – затраты по реализации j -го проекта на втором этапе; S_{k+1} – располагаемая сумма для финансирования в течение следующего (второго) периода: равна 5500 тыс. у. е. минус затраты по реализации проектов, принятых за 1 период, плюс 6000 тыс. у. е. (табл. 2). К реализации должны быть приняты такие проекты, финансирование кото-

рых на последующих этапах под силу финансовым возможностям ПК.

Третье ограничение: x_j – двоичное.

Четвертое ограничение: если стратегия (программа) развития ПК имеет четко заданные сроки, то задается ограничение, заключающееся в том, чтобы срок реализации принимаемого проекта не превышал остаточного срока реализации стратегии (программы).

Результаты оптимизации представлены в табл. 3, крайний справа столбец. Как видно, на первой итерации выбраны проекты

№ 1, 7, 17, из них проекты 1 и 17 – двух-этапны, а проект 7 финансируется сразу. Второй этап реализации проектов 1 и 17 будет отражен в сводной таблице следующей итерации. Выделенные за первый период финансовые средства будут вложены в проекты в полном объеме – остаток средств на первой итерации равен 0. Финансирование второго этапа проектов 1 и 17 должно быть осуществлено в объеме 1950 тыс. у. е., что может быть покрыто суммой, которая будет выделена для финансирования за следующий период

Таблица 1

Исходная информация и матрица результативности по проектам развития ПК

№ проекта	Затраты, тыс. у. е.		Матрица результативности реализации проектов						Принятие/отклонение проекта
	1-й этап	2-й этап							
1	1000	1000	1	1,15	1	1	1	1	
2	2000	1000	1,05	1,02	1	1	1	1	
3	2500	1500	1	1	1,1	1	1	1	
4	3000	2500	1,2	1,03	1	1	1	1	
5	2300		1	1	1	1,05	1	1	
6	3500	1000	1,2	1,05	1	1	1	1,04	
7	2500		1	1	1	1,3	1	1	
8	4300		1	1	1,2	1,2	1	1,01	
9	2200	3300	1	1,2	1	1,1	1	1,05	
10	2100	2100	1,03	1	1	1	1	1	
11	4000	1000	1	1,1	1	1,04	1,3	1	
12	3500	2400	1	1	1	1,04	1	1,25	
13	3500		1	1,2	1,1	1	1	1	
14	4300		1,12	1,01	1	1	1	1	
15	4000	2100	1	1,1	1	1	1	1,6	
16	2000	1100	1	1,03	1,04	1	1	1	
17	2000	950	1,23	1	1	1	1	1	

Таблица 2

График финансирования стратегии развития ПК

Периоды (годы)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем финансирования, тыс. у. е.	5500	6000	7000	6500	8000	5100	5000	5900	7000

Таблица 3

Данные для первой итерации

№ проекта	Затраты, тыс. у. е. 1-й этап	Матрица результативности реализации проектов. 1-й этап										Принятие/отклонение проекта		
		1	1,072381	1	1	1	1	1	1	1	1		1	
1	1000	1	1,072381	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2000	1,033062	1,013289	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	2500	1	1,061379	1,061379	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
4	3000	1,104561	1,016254	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
5	2300	1	1	1	1,05	1	1	1	1	1	1	1	1	0
6	3500	1,152353	1,038677	1	1	1	1	1,030975	1	1	1,030975	1	1	0
7	2500	1	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	4300	1	1	1,2	1,2	1	1	1	1,01	1	1,01	1	1	0
9	2200	1	1,075654	1	1,03886	1	1	1,019708	1	1	1,019708	1	1	0
10	2100	1,014889	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11	4000	1	1,07923	1	1,031874	1	1,233544	1	1	1,233544	1	1	1	0
12	3500	1	1	1	1,023539	1	1,141534	1	1	1,141534	1	1	1	0
13	3500	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
14	4300	1,12	1,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
15	4000	1	1,064493	1	1	1	1,360972	1	1	1,360972	1	1	1	0
16	2000	1	1,019253	1,025627	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
17	2000	1,150675	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(6000 тыс. у. е.). Значение функционала после первой итерации составит 1,081951.

После девяти итераций оптимизации был получен конечный результат, представленный в табл. 4.

Как показывает приведенный пример, предложенный подход является эффективным средством выбора оптимального портфеля проектов развития ПК в условиях ограниченности финансовых ресурсов и с учетом всех главных ограничений, накладываемых спецификой ведения бизнеса. Основными достоинствами методического подхода можно назвать следующие:

1. Методический подход учитывает поэтапную реализацию проектов.

2. Позволяет планировать и оптимизировать реализацию проектов с учетом

денежных потоков финансирования; позволяет установить очередность принятия проектов к реализации.

3. Учитывает альтернативность проектов.

4. При четко фиксированных сроках стратегии (программы) развития ПК позволяет исключить из рассмотрения проекты, сроки реализации которых превышают оставшийся с момента их принятия срок действия стратегии.

Отмеченное выше позволяет рекомендовать предложенный методический подход к реализации на практике применительно к задачам развития и повышения конкурентоспособности ПК, работающих в различных сферах (видах) деятельности.

Таблица 4

Результат выбора оптимального портфеля проекта развития рассматриваемого ПК

Период (год)	Принятые проекты		
	1	2	3
1	1(1)	7	17(1)
2	1(2)	17(2)	15(1)
3	15(2)	8	
4	6(1)	13	
5	6(2)	9(1)	11(1)
6	9(2)	11(2)	
7	4(1)	12(1)	
8	4(2)	12(2)	
9	5	14	

Примечание. В скобках указаны этапы финансирования проектов.

Список использованных источников

1. Криворотов В.В., Калина А.В., Байраншин А.Ю., Третьяков В.Д. [и др.] Обеспечение конкурентоспособности территориально-производственных комплексов как основа их устойчивого развития // Проблемы устойчивого развития социально-экономических систем / под ред. А.И. Татаркина и В.В. Криворотова. М. : Экономика, 2012. С. 373–464.
2. Криворотов В.В., Калина А.В., Матвеева Т.В., Байраншин А.Ю. Повышение конкурентоспособности современных российских территориально-производственных комплексов. Екатеринбург : УрФУ, 2013. 262 с.

3. Криворотов В.В., Калина А.В., Третьяков В.Д., Тиханов Е.А., Парфенов К.Е. Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2013. № 4. С. 61–76.
4. Криворотов В.В. Методология формирования механизма управления конкурентоспособностью предприятия. Екатеринбург : УГТУ–УПИ, 2007. 238 с.
5. Портфель проектов // Институт инноватики. Управление инновационными программами / под ред. И.Л. Туккеля. Режим доступа: http://www.ii.spb.ru/2005/ins_inn_material/baza_2/portfolio_projects.pdf.
6. Демкин И.В. Инновационный менеджмент: оценка рисков инновационного проекта на основе моделирования. Режим доступа: <http://old.ied.econ.msu.ru/cmt2/lib/message/214/File/Innovative%20project.doc>.
7. Карибский А.В., Шишорин Ю.Р., Юрченко С.С. Финансово-экономический анализ и оценка эффективности инвестиционных проектов и программ. Часть II. Режим доступа: <http://www.niec.ru/Articles/049.htm>.
8. Особенности оценки эффективности некоторых видов инвестиционных проектов. Режим доступа: http://kurs.ido.tpu.ru/courses/econ_estim_invest/tema8/tema8.htm.
9. Оптимизация портфеля инвестиций при ограниченном бюджете. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.math.mrsu.ru/text/courses/invest/2/2_2_30.html.
10. Описание принципов работы генетического оптимизатора и общее описание генетических алгоритмов. Режим доступа: <http://it.metalinfo.ru/2006/present/ibs/tech/1.pdf>.
11. Мошкова Т.А. Динамические модели оптимального отбора инвестиционных проектов // Экономические науки. 2011. № 77. Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/invest/discrete_system.shtml.
12. Мартышенко Н.С. Инвестиционные стратегии в региональном туристском комплексе: оптимизационный подход. Режим доступа: <http://www.vvsu.ru/file.php?id=C87A564A-A050-4780-ADEF-5C2AAF1A5AEC>.
13. Аньшин В.М., Демкин И.В., Никонов И.М., Царьков И.Н. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности. М. : Издательский центр МАТИ, 2007. 117 с.
14. Визгунов Н.П. Динамическое программирование в экономических задачах с применением системы SciLab. Нижний Новгород : ННГУ, 2011. 72 с.
15. Коробов П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов : учебник. СПб., 2002. 364 с.
16. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие. М. : Высш. школа, 1979. 125 с.
17. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах: учебное пособие. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 176 с.