



УДК 338.262.8

С.В. Седова**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ
С УЧЕТОМ РЕИНВЕСТИЦИЙ****S.V. Sedova****OPTIMIZING THE STRUCTURE OF AN INVESTMENT PROGRAM
WITH REINVESTMENTS**

Статья посвящена проблеме разработки крупномасштабных инвестиционных программ. Предложена модель многокритериальной оптимизации, предназначенная для формирования структуры инвестиционной программы с учетом комплекса факторов, которые влияют на ее качество, в частности реинвестирования прибыли. Представлены расчеты, иллюстрирующие возможности модели на примере программы нефтехимической отрасли. Изменение параметров модели позволяет получать множество вариантов структуры программы, что способствует принятию эффективного решения.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ; ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРОГРАММА; ПРОЕКТ; ЭФФЕКТИВНОСТЬ; РЕИНВЕСТИЦИИ.

The article is devoted to the issue of developing large-scale investment programs. It offers a multicriteria optimization model designed to structure an investment program in compliance with the complex of factors related to its quality, in particular reinvestments of profits. Also, the article presents calculations illustrating the capabilities of the model through the example of the program for the oil and gas sector. Changes in the model parameters allow for a wide variety of program structures, which is conducive to effective decision-making.

OPTIMIZATION MODEL; INVESTMENT PROGRAM; PROJECT; EFFICIENCY; REINVESTMENTS.

Крупномасштабные (региональные и отраслевые) инвестиционные программы (ИП) призваны стать инструментом воздействия на социально-экономическое развитие государства и проведения структурной политики. Это определяет актуальность исследования процесса разработки и обоснования ИП. Актуальность проблемы возрастает в условиях дефицита финансовых ресурсов, оттока инвестиций из реального сектора экономики. В настоящее время практика формирования, обоснования и реализации ИП страдает множеством недостатков [1], что приводит к значительному снижению эффективности этого инструмента.

Под инвестиционной программой мы понимаем совокупность инвестиционных проектов, направленных на достижение целей и комплексное решение задач, заявленных в программе.

Задачу, стоящую перед разработчиками программы в упрощенном виде можно сформулировать следующим образом: распределить выделяемые программе ресурсы между проектами с максимально возможным учетом интересов всех ее участников, предоставив лицам, принимающим решение, некоторое множество вариантов структуры ИП.

В методологии обоснования ИП, предложенной Г.М. Татевосяном и описанной в [1, 2], содержится в качестве одного из положений следующее. Повысить эффективность ИП, уровень достижения поставленных целей можно с помощью реинвестирования прибыли, получаемой в результате реализации проектов, включенных в программу.

Нами предложена многокритериальная модель [3], в которой, кроме реинвестиций, учтены такие факторы, влияющие на каче-

ство ИП, как изменение объемов проектов, перераспределение выделяемых финансовых ресурсов по годам программы, перенос сроков начала реализации проектов. В данной работе делаем акцент на отражении в модели реинвестирования прибыли от уже реализованных проектов ИП, структура которой формируется, и приводим серию расчетов ИП нефтехимического комплекса.

Отметим, что одним из основных принципов методики, предлагаемой в указанных выше работах, является то, что разработка, по крайней мере, части проектов должна вестись параллельно с формированием самой ИП. В связи с этим далее в статье понятие «инвестиционный проект» (или просто «проект») будет использоваться как направление вложений, инвестиционная идея (замысел) инвестиционного проекта, конкретную конфигурацию которого предстоит определить.

Вопросы формирования структуры инвестиционных программ рассматривались многими учеными, например [4–9]. Среди многочисленных исследований, посвященных этой проблеме, отметим следующие. В монографии В.В. Царева [8] можно найти описание классических экономико-математических моделей, предназначенных для решения задачи отбора проектов в инвестиционную программу фирмы. Среди этих моделей выделим модель «рюкзак», статическую модель Дж. Дина, одноступенчатую модель Альбаха, многоступенчатую модель Хакса и Вайнгартнера, модель с несколькими производственными ступенями (расширенная модель Ферстнера–Хенна), модель с возможностями выбора установок и дезинвестиций Якоба. В [9] для формирования ИП развития региона предложена многокритериальная модель дискретной оптимизации. Исследование [5] посвящено оптимизации инвестирования технологических инноваций. Подходы к формированию отраслевых ИП рассмотрены в [6, 7]. Исследование [4] отличается наличием в дискретной модели отбора проектов в программу и определения моментов их запуска, нелинейного критерия «максимизация средств инвестора на момент окончания периода планирования».

Однако во всех этих разработках, как отечественных, так и зарубежных, в отличие от предлагаемой нами модели, программа формируется из уже готовых инвестиционных проектов. Кроме того, авторы указанных работ ориентируются в основном на инвестиционные программы крупных фирм, в которых учитываются, как правило, только интересы коммерческого инвестора.

Переменные, критерии и финансовые ограничения модели. Структуру ИП мы предлагаем формировать на основе многокритериальной модели частично целочисленного линейного программирования вида

$$f_k(x) \rightarrow \max, \quad k \in K_1, \quad (1)$$

$$x \in G, \quad (2)$$

где $f_k(x)$ – функция, выражающая показатель k ; K_1 – множество номеров показателей, составляющих критерий модели; множество G включает ограничения на финансовые и другие ресурсы, условия, отражающие взаимосвязь проектов, технологические ограничения, желаемый уровень показателей, ограничения по объему проектов. Определение вектора x см. далее.

Показатели могут выражаться линейными функциями (например, суммарная дисконтированная прибыль, объем производства) и дробно-линейными функциями (например, рентабельность инвестиций, доля перспективных проектов).

Показатели, образующие целевые функции модели, отражают общие интересы ее участников и/или ее цели. Поскольку модель касается инвестиций, то в качестве целевых функций могут использоваться дисконтированные показатели. Они дисконтируются на стадии подготовки информации, при этом выбираются соответствующие поставленным задачам способы приведения их к единому времени и нормы дисконта. Такой подход позволяет рассчитывать варианты ИП при разных системах дисконтирования. Подробно ознакомиться с предлагаемой моделью можно в [2]. Далее в статье детально рассмотрим элементы модели, связанные с реинвестированием прибыли.

Каждый из проектов, претендующих на включение в ИП, независимо от степени его

проработанности задается базовым вариантом, который характеризуется:

- суммарным объемом инвестиций для реализации проекта и распределением инвестиций по периодам;
- объемами выпускаемой продукции и получаемой в результате ее реализации прибыли в целом и по периодам;
- временем начала реализации.

Поскольку объем части проектов в процессе формирования ИП является предметом выбора, по каждому такому проекту, претендующему на включение в программу, задаются нижние и верхние границы его финансирования. В нашей постановке рассматривается два вида проектов: дискретные проекты, у которых объем финансирования может изменяться порциями, и непрерывные проекты, у которых объем финансирования может изменяться на сколь угодно малую величину. При этом предполагается, что выпуск продукции в рамках проекта и прибыль, получаемая в результате их реализации, пропорциональны капитальным вложениям, а пропорции распределения объема финансирования проекта по периодам его осуществления остаются постоянными при изменении самого объема.

Вложения в программу производятся в течение T периодов ($t = 1, \dots, T$). Этот интервал назовем горизонтом программы.

Программе выделяется определенная величина финансовых средств. Увеличить общий объем финансирования предлагается за счет реинвестирования прибыли. Ниже описываются модификации модели формирования структуры инвестиционной программы, учитывающие две ситуации:

- прибыль, направляемая на реинвестиции, может использоваться только в период, следующий за тем, в котором она получена (реинвестиции без накопления). Например, прибыль четвертого года может быть реинвестирована только в пятом;
- возможно накопление прибыли. Прибыль конкретного года может быть реинвестирована в любом следующем году. Например, прибыль четвертого года допустимо направлять на инвестиции в пятом, шестом, седьмом и т. д. годах.

Введем минимум необходимых обозначений и переменных.

Пусть номера проектов-кандидатов на включение в программу образуют множество

J . Обозначим множество номеров дискретных проектов через J_1 .

В модели период начала реализации проектов не фиксирован, т. е. начало проекта может быть сдвинуто относительно заявленного первоначально на несколько периодов вперед или назад. Пусть номера возможных периодов начала реализации проекта j образуют множество $\Lambda(j)$. Отсчет периодов будем вести от первого периода программы. Примеры множества: $\Lambda(j) = \{2, 3, 4\}$, $\Lambda(j) = \{1, 2, 4, 7\}$. Указанное множество может состоять из единственного элемента, если время начала соответствующего проекта фиксировано.

В модели присутствуют две группы переменных. Первая связана со сроками начала проектов и объемами выделяемых им инвестиций:

$z_{j\tau}$ – признак начала проекта j в период τ . Переменная $z_{j\tau}$ принимает значение 1, если проект j начинается в период τ , и значение 0 в противном случае;

$x_{j\tau}$ – интенсивность финансирования проекта j , начинающегося в период τ .

Тогда вектор x из (1) и (2) определяется как $x = (x_j, j \in J)$, а $x_j = (x_{j\tau}, \tau \in \Lambda(j))$.

Под интенсивностью финансирования понимается отношение объема финансирования проекта к его объему финансирования в базовом варианте в постоянных ценах. Такой способ введения переменных позволяет легко учитывать «порционность» изменения вложений. Учет изменения объема финансирования в зависимости от периода начала его реализации рассмотрим далее.

Переменные x и z связаны соотношениями:

$$x_{j\tau} \leq \bar{d}_j z_{j\tau}, \quad \tau \in \Lambda(j), \quad j \in J,$$

$$\sum_{\tau \in \Lambda(j)} x_{j\tau} \geq \underline{d}_j, \quad j \in J,$$

где \underline{d}_j , \bar{d}_j – минимальная и максимальная интенсивность финансирования проекта j .

В модель вводятся технические условия. Объем финансирования для дискретных проектов выражается целым числом, отсюда $x_{j\tau}$ – целые, $\tau \in \Lambda(j)$, $j \in J_1$.

В частном случае, если проект j либо может осуществляться в неизменном виде, либо от его реализации отказываются, для такого проекта $x_{j\tau} \in \{0, 1\}$.

Вторая группа переменных связана с распределением финансирования по годам горизонта программы и реинвестированием прибыли:

y^t — величина выделяемых на ИП финансовых средств в период t ;

v^t — величина использованной на реинвестиции прибыли в период t .

Основными ограничениями в описываемой модели являются финансовые. Общий объем финансирования программы и его распределение по периодам определяются вне модели. При этом последнее задается нежестко, и финансовые ресурсы могут перераспределяться между периодами горизонта программы в некоторых пределах.

Финансовые ограничения в случае реинвестирования прибыли без ее накопления записываются в виде:

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^1 x_{j\tau} = y^1, \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{\tau \in \Lambda(j)} a_{j\tau}^t x_{j\tau} = y^t + v^t, \quad t = 2, \dots, T, \quad (4)$$

$$v^t \leq \alpha \sum_{j \in J} \sum_{\substack{\tau \in \Lambda(j) \\ \tau < t}} p_{j\tau}^{t-1} x_{j\tau}, \quad t = 2, \dots, T, \quad (5)$$

$$\underline{y}^t \leq y^t \leq \bar{y}^t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (6)$$

$$\sum_{t=1}^T y^t \leq b^0, \quad (7)$$

где $a_{j\tau}^t$ — объем финансирования в период t , необходимый для осуществления проекта j , начинающегося в период τ при единичной интенсивности финансирования проекта; α — доля прибыли, направляемая на реинвестиции; $p_{j\tau}^t$ — прибыль, получаемая в период t в результате реализации проекта j , начинающегося в период τ при единичной интенсивности финансирования проекта; $\underline{y}^t, \bar{y}^t$ — соответственно нижняя и верхняя границы величины финансовых средств (объема финансирования), выделяемых программе в период t ; b^0 — общий объем финансирования программы.

Объем финансирования в период t проекта j при условии его начала в период τ опре-

деляется перемножением величин $a_{j\tau}^t$ и $x_{j\tau}$.

Индекс τ у величин $a_{j\tau}^t$ и $p_{j\tau}^t$ позволяет учитывать изменения цен при переносе сроков начала реализации проектов.

Возможность накопления прибыли на реинвестиции в комплексе условий (3)–(7) меняет только ограничения (5), которые преобразуются к виду

$$v^t \leq \alpha \sum_{\eta=1}^{t-1} \sum_{j \in J} \sum_{\substack{\tau \in \Lambda(j) \\ \tau < \eta}} p_{j\tau}^{\eta-1} x_{j\tau} - \sum_{\eta=2}^{t-1} v^{\eta}, \quad (8)$$

$$t = 2, \dots, T.$$

Отметим, что правая часть выражения (8) представляет собой разность между прибылью, которая накоплена и фактически использована на реинвестиции к периоду t .

Расчет вариантов инвестиционной программы для нефтехимической отрасли. Последние расчеты, иллюстрирующие возможности предлагаемой модели, выполнены на материалах двух документов: «Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России на период до 2015 г.» и «План развития нефтехимии (включая газохимию) на период до 2030 г.».

В приводимых расчетах периодом расчета является год. Горизонт программы равен 20 годам: с 2011 по 2030 гг.

В упомянутых документах представлено 82 проекта (мы ввели сквозную нумерацию этих проектов), из которых отобрано 22. По этим проектам удалось экспертным путем получить информацию, необходимую для расчета по модели. Состав и процесс подготовки исходной информации подробно описаны в работе [2].

Отобранные 22 проекта в неизменном виде образовали исходный вариант программы. Для исходного варианта путем прямого суммирования по проектам определены объемы финансирования программы в каждом году ее горизонта. Эти объемы в дальнейших расчетах приняты в качестве основы для ограничений на величины вложений по годам \underline{y}^t и \bar{y}^t в (6). Указанные величины заданы следующим образом. Нижние границы объема финансирования программы в период t равны 0. Верхние границы этого объема

в первые восемь лет заданы равными объему финансирования исходного варианта программы в соответствующий год, а в последующие годы указанная величина увеличивалась на 1 млрд р. Таким образом, введена возможность небольшого перераспределения финансирования к концу программы.

Все проекты рассматриваемой инвестиционной программы, кроме двух – 23 и 27, не могут менять свои объемы. Проект 23 может увеличиться до трех раз, а 27 – до четырех раз (отметим, что объемы этих проектов очень малы). Проекты 23 и 27 являются непрерывными. Возможность выбора объема еще шести проектов реализовалась через введение так называемых альтернативных проектов. Альтернативный проект отличается от соответствующего основного объемом финансирования, его распределением по годам реализации, временными границами возможного начала осуществления проекта. Альтернативным проектам поставлен в соответствие номер основного проекта с буквой «а». Исходные данные по полученным 28 проектам приведены в табл. 1, где по основным проектам указаны их доли в общем объеме финансирования программы. Заметим, что все альтернативные проекты требуют меньшего объема финансирования, чем соответствующие основные.

В табл. 1 и во всех следующих таблицах используются обозначения: ПП – промышленная продукция, ПМ – проектная мощность.

Принято следующее условие: все проекты, не имеющие альтернативных, должны быть обязательно включены в программу. Выбор здесь заключается только в определении оптимальных сроков их начала. От каждой из оставшихся шести пар проектов в программу должен войти один из проектов: либо основной, либо альтернативный. Помимо выбора одного проекта из пары, здесь также определяется период, в котором начнется реализация проекта.

Поставлена задача: в условиях описанных ограничений получить различные варианты структуры программы. Расчеты проводились по критерию максимизации суммарной дисконтированной прибыли от реализации проектов, составляющих программу. Для всех проектов базовым периодом для дисконтиро-

вания является первый период программы. Поэтому проекту в случае его более раннего начала соответствует большая суммарная дисконтированная прибыль.

Экспертно были заданы границы возможного переноса времени начала проектов. Рассмотрено два варианта указанных границ (табл. 2).

Выполнено шесть расчетов структуры ИП при следующих условиях:

- расчет 1 – 1-й вариант запуска проектов и отсутствие реинвестиций;
- расчет 2 – 1-й вариант запуска проектов и реинвестиции без накопления;
- расчет 3 – 1-й вариант запуска проектов и реинвестиции с накоплением;
- расчет 4 – 2-й вариант запуска проектов и отсутствие реинвестиций;
- расчет 5 – 2-й вариант запуска проектов и реинвестиции без накопления;
- расчет 6 – 2-й вариант запуска проектов и реинвестиции с накоплением.

Результаты расчетов сведены в табл. 3–5. Отметим, что в табл. 4, 5 отражены только изменения, произошедшие в программе, по сравнению с ее исходным вариантом. Расчеты проводились в следующей последовательности. Сначала выполнены расчеты 1, 4, 5 и 6, т. е. влияние реинвестиций исследовалось при более свободном маневре временем реализации проектов. Полные таблицы для расчетов 1, 4 и 5 представлены в [2]. Затем намечалось рассмотреть, как реинвестиции изменят структуру программы при жестких границах на передвижение проектов по периодам горизонта программы. В данной статье расчеты обсуждаются в порядке их номеров.

В результате расчета 1 целевой показатель практически остался неизменным (увеличился меньше чем на 1 %, см. табл. 3), но в структуре программы произошел ряд изменений. Выяснилось, что целесообразно один крупный проект – проект 17 заменить альтернативным проектом существенно меньшего объема. За счет этого и начала проекта 8 на год позже, чем в исходном варианте программы, появилась возможность два средних проекта – 6 и 15 и один крупный – проект 82 сдвинуть к началу инвестиционной программы (см. табл. 4). В полученном варианте программы почти 13 % выделенных программе финансовых ресурсов оказываются

Таблица 1

Исходные данные

Номер проекта	Год начала инвестирования	Последний год инвестирования	Объем финансирования, млрд руб.	Доля проекта в финансировании программы, %	Суммарная дисконтированная прибыль, млрд руб.	Доля дисконтированной прибыли проекта в программе, %	Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд руб.
							%	Ранг	
1	2014	2016	12,00	0,84	4,04	2,61	70,13	9	10,00
2	2019	2022	65,00	4,55	13,52	8,73	92,04	4	58,00
2a	2019	2022	35,00		6,53		82,51	6	28,00
3	2016	2020	100,00	7,01	0,00	0,00			0,00
3a	2016	2018	100,00		0,00	0,00			0,00
4	2011	2013	3,80	0,27	1,92	1,24	66,46	10	5,20
5	2013	2015	5,90	0,41	7,10	4,58	212,38	1	11,20
6	2020	2023	18,60	1,30	1,33	0,86	34,85	19	8,50
7	2015	2017	6,00	0,42	2,06	1,33	80,08	7	6,00
8	2018	2023	97,00	6,80	10,58	6,83	50,16	14	48,60
9**	2016	2023	78,50	5,50	9,59	6,19	44,15	16	31,20
10	2014	2017	40,00	2,80	9,74	6,29	51,38	13	24,00
11*	2013	2015	45,00	3,15	15,78	10,19	61,89	11	20,00
12	2015	2018	20,00	1,40	0,00	0,00			0,00
13**	2016	2025	145,00	10,16	17,43	11,25	49,66	15	68,00
13a	2016	2022	70,00		8,47		41,51	17	32,00
14*	2012	2020	142,60	9,99	23,32	15,06	39,81	18	40,00
15*	2022	2025	20,00	1,40	1,89	1,22	60,69	12	20,00
16	2021	2030	186,40	13,06	0,00	0,00			74,80
17	2023	2030	201,70	14,13	1,98	1,28	10,05	24	74,40
17a	2024	2027	18,00		0,40		19,91	22	14,90
18	2013	2015	42,00	2,94	7,57	4,89	31,83	20	16,00
23	2011	2013	4,50	0,32	4,16	2,69	121,84	3	4,00
27*	2012	2017	7,50	0,53	5,94	3,84	154,66	2	4,00
81	2012	2015	24,00	1,68	13,19	8,52	88,75	5	16,00
81a	2012	2015	14,00		6,60		76,08	8	8,00
82	2026	2030	162,00	11,35	3,73	2,41	28,50	21	80,00
82a	2026	2030	90,00		1,40		19,24	23	40,00

неиспользованными. Высвободившиеся средства остались невостребованными из-за двух факторов. Отсутствия проектов, которые могут значительно увеличиться, а также жесткого ограничения на возможность переноса начала проектов и перераспределение финансирования по годам. Неизменность целевого показателя можно объяснить следующим. Проекты с

высокой рентабельностью могут быть перенесены только на более поздние сроки. Кроме того, для данного варианта программы характерно уменьшение суммарного годового объема производства при выходе на проектную мощность (из-за замены проекта 17 альтернативным) и увеличение рентабельности инвестиций в целом по программе на 2 проц. п.

Таблица 2

Границы переноса сроков начала проектов

Номер проекта	Исходный год начала проекта	Границы переноса сроков начала проектов		Номер проекта	Исходный год начала проекта	Границы переноса сроков начала проектов	
		Вариант 1	Вариант 2			Вариант 1	Вариант 2
1	2014	2013–2016 (–1 / +2)	2011–2021 (–3 / +7)	13**	2016	2014–2016 (–2)	2012–2021 (–4 / +5)
2	2019	2019–2022 (+2)	2014–2024 (–5 / +5)	13a	2016	2014–2016 (–2)	2012–2022 (–4 / +6)
2a	2019		2014–2024 (–5 / +5)	14*	2012	2012–2014 (+2)	2012–2021 (+9)
3	2016		2011–2021 (–5 / +5)	15*	2022	2016–2022 (–6)	2017–2027 (–5 / +5)
3a	2016		2011–2021 (–5 / +5)	16	2021	2019–2021 (–3)	2011–2021 (–10)
4	2011	2011–2013 (+2)	2011–2021 (+10)	17	2023	2018–2023 (–5)	2013–2023 (–10)
5	2013	2013–2015 (+2)	2013–2023 (+10)	17a	2024		2017–2027 (–7 / +3)
6	2020	2018–2020 (–2)	2015–2025 (–5 / +5)	18	2013	2011–2013 (–2)	2011–2021 (–2 / +8)
7	2015	2013–2015 (–2)	2011–2021 (–4 / +6)	23	2011		
8	2018	2016–2020 (–2 / +2)	2013–2023 (–5 / +5)	27*	2012	2012–2014 (+2)	2012–2014 (+2)
9**	2016	2014–2018 (–2 / +2)	2011–2021 (–5 / +5)	81	2012		2011–2021 (–1 / +9)
10	2014	2014–2016 (+2)	2011–2021 (–3 / +7)	81a	2012		2011–2021 (–1 / +9)
11*	2013	2012–2015 (–1 / +2)	2011–2021 (–2 / +8)	82	2026	2020–2026 (–6)	2016–2026 (–10)
12	2015	2013–2015 (–2)	2011–2020 (–4 / +5)	82a	2026		2016–2026 (–10)

Таблица 3

Основные показатели инвестиционной программы

Вариант	Объем вложений, млрд р.	В % к исходному варианту	Дисконтированная прибыль, млрд руб.	В % к исходному варианту	Рентабельность инвестиций	Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд руб.
Исходный вариант	1427,50		154,87		42,99	619,90
Расчет 1	1243,80	87,13	154,95	100,05	45,12	560,00
Расчет 2	1445,52	101,26	198,63	128,25	49,06	630,86
Расчет 3	1447,25	101,38	201,21	129,92	50,22	632,12
Расчет 4	1185,35	83,04	202,79	130,94	60,56	534,52
Расчет 5	1446,10	101,30	243,07	156,95	56,94	631,10
Расчет 6	1446,14	101,31	245,00	158,20	57,96	631,13

Таблица 4

Изменения в структуре программы, полученные в результате расчетов 1, 2, 3

Номер проекта	Год начала инвестирования	Изменение года начала инвестирования	Объем финансирования, млрд руб.	Доля проекта в финансировании программы, %	Суммарная дисконтированная прибыль, млрд руб.	Доля дисконтированной прибыли проекта в программе, %	Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд руб.
							%	Ранг	
Расчет 1									
6	2018	-2	18,60	1,50	1,98	1,28	39,28	17	8,50
8	2019	1	97,00	7,80	8,55	5,52	46,64	13	48,60
15*	2021	-1	20,00	1,61	2,42	1,56	67,50	8	20,00
17									
17a	2024		18,00	1,45	0,40	0,26	19,91	19	14,90
82	2025	-1	162,00	13,02	6,24	4,03	41,50	15	80,00
Расчет 2									
4	2013	2	3,80	0,26	1,40	0,70	64,09	10	5,20
5	2015	2	5,90	0,41	5,14	2,59	203,57	1	11,20
8	2016	-2	97,00	6,71	15,59	7,85	55,88	12	48,60
15*	2017	-5	20,00	1,38	5,46	2,75	86,94	6	20,00
17	2020	-3	201,70	13,95	5,38	2,71	17,94	19	74,40
23	2011		8,29	0,57	7,66	3,86	121,84	3	7,37
27	2013	1	21,73	1,50	14,69	7,40	151,80	2	11,59
82	2020	-6	162,00	11,21	25,73	12,95	85,10	7	80,00
Расчет 3									
1	2013	-1	12,00	0,83	4,73	2,35	71,51	9	10,00
4	2012	1	3,80	0,26	1,64	0,82	65,36	10	5,20
5	2014	1	5,90	0,41	6,05	3,01	208,28	1	11,20
7	2013	-2	6,00	0,41	2,84	1,41	83,55	8	6,00
8	2016	-2	97,00	6,70	15,59	7,75	55,88	12	48,60
9**	2015	-1	78,50	5,42	11,60	5,77	46,44	15	31,20
10	2016	2	40,00	2,76	6,89	3,42	48,05	14	24,00
12	2014	-1	20,00	1,38	0,00	0,00	0,00		0,00
13**	2015	-1	145,00	10,02	21,09	10,48	52,23	13	68,00
14*	2014	2	142,60	9,85	16,45	8,18	37,11	16	40,00
15*	2017	-5	20,00	1,38	5,46	2,71	86,94	6	20,00
17	2020	-3	201,70	13,94	5,38	2,67	17,94	19	74,40
23	2011		9,25	0,64	8,55	4,25	121,84	3	8,22
27	2012		22,50	1,55	17,82	8,86	154,66	2	12,00
82	2020	-6	162,00	11,19	25,73	12,79	85,10	7	80,00

Перейдем к расчету 2. Предварительно отметим, что первая прибыль возникает 2013 г. и может быть реинвестирована только начиная с 2014 г.

Основным результатом расчета 2 так же, как и трех других расчетов с реинвестициями – 3, 5 и 6, стало увеличение за счет реинвестирования прибыли объема финансовых ресурсов с 2015 по 2025 гг. программы. Благодаря этому, высвобождены значительные бюджетные средства в 2026–2030 гг., так что общий объем финансовых средств, вложенных в программу, вырос очень незначительно (всего на 1 %).

Структура программы, по сравнению с расчетом 1, изменилась уже более существенно, что привело к значительному улучшению показателей ИП (см. табл. 3).

Проект 17 включается в программу в полном объеме и начинается раньше на три года. Реализация проекта 82 максимально сдвинута к началу программы (на шесть лет). Кроме того, еще два проекта удастся начать раньше, но по трем проектам реализация переносится на более поздние сроки. Проекты 23 и 27 увеличивают свои объемы.

Интересно, что при переходе от первого расчета ко второму рентабельность инвестиций увеличилась почти на 4 проц. п., а при переходе от третьего к четвертому – уменьшилась на 3,5 проц. п. Это объясняется тем, что в первом случае рост целевого показателя (суммарная дисконтированная прибыль) относительно предыдущего расчета составил 28 %, а во втором случае – около 20 %.

В расчете 3 уже по 12 проектам были перенесены сроки их начала (по восьми – к началу программы и по четырем – к концу), также по двум проектам увеличены объемы (табл. 4). При этом показатели программы практически остались на уровне предыдущего расчета. Попытка объяснить этот факт сделана при анализе расчета 6.

Начиная с расчета 4, допускается большая свобода маневра сроками начала проектов (вариант 2, табл. 2). Изменения сроков начала строительства увеличены до 10 лет «вперед и назад». Этот расчет по уровню целевого показателя сравним с расчетами 2 и 3. Но изменения в структуре программы носят несколько иной характер, чем в этих расчетах: два крупных проекта заменены на альтернативные меньших размеров. За счет этого и более позд-

него начала двенадцати проектов четыре проекта сдвинулись к началу. Вследствие этих изменений, хотя объем производства по сравнению с расчетом 1 уменьшился за счет замены еще одного проекта – проекта 13 на меньший по объему альтернативный проект, целевой показатель (дисконтированная прибыль) увеличился более чем на 30 % (см. табл. 6). Такое увеличение произошло в основном за счет переноса второго по величине проекта (проекта 82) к началу программы, остальные переносы практически компенсировали друг друга по величине дисконтированной прибыли (см. табл. 5). В этом варианте программы сократился объем израсходованных финансовых средств, что с одновременным увеличением дисконтированной прибыли привело к резкому росту рентабельности инвестиций в целом по программе (до 60,56 %).

Результаты расчета 5 (табл. 5) аналогичны расчету 2. Произошло перераспределение инвестиций к началу программы с одновременным высвобождением значительных бюджетных средств в 2026–2030 гг.

Вследствие свободных границ на перенос проектов по периодам горизонта программы в этом варианте программы суммарная дисконтированная прибыль от всех проектов выросла в полтора раза по сравнению с исходным вариантом и на 20 % по сравнению с предыдущим вариантом. Годовой объем производства при выходе на проектную мощность, по сравнению с исходным вариантом, увеличился (за счет проектов 23 и 27).

От каждой из шести пар проектов в программу вошли основные проекты с большим объемом финансирования.

Значительно большее количество проектов (9) удалось начать раньше и значительно меньшее (6) – позже, чем в других вариантах программы.

Расчет 6 – реинвестиции с накоплением при более свободном маневре сроками начала проектов. Итоговые показатели этого варианта программы практически не отличаются от предыдущего. Однако некоторые изменения в структуре программы произошли (в таблицах они не приводятся). По сравнению с вариантом без накопления проекты 3, 15 и 23 начинаются на год раньше, а проекты 16, 17 и 27 – на год позже. Объем проекта 27 увеличился, а проекта 23 уменьшился.

Таблица 5

Изменения в структуре программы, полученные в результате расчетов 4, 5

Номер проекта	Год начала инвестирования	Изменение года начала инвестирования	Объем финансирования, млрд руб.	Доля проекта в финансировании программы, %	Суммарная дисконтированная прибыль, млрд руб.	Доля дисконтированной прибыли проекта в программе, %	Рентабельность инвестиций		Годовой объем ПП при выходе на ПМ, млрд руб.
							%	Ранг	
Расчет 4									
2	2014	-5	65,00	5,48	33,16	16,35	112,26	4	58,00
3	2018	2	100,00	8,44	0,00	0,00	0,00		0,00
4	2012	1	3,80	0,32	1,64	0,81	65,36	9	5,20
5	2014	1	5,90	0,50	6,05	2,98	208,28	1	11,20
6	2025	5	18,60	1,57	0,31	0,15	16,47	18	8,50
7	2020	5	6,00	0,51	0,84	0,41	65,65	8	6,00
8	2013	-5	97,00	8,18	26,28	12,96	61,96	10	48,60
9**	2017	1	78,50	6,62	7,84	3,87	41,52	14	31,20
10	2012	-2	40,00	3,37	13,51	6,66	53,89	13	24,00
12	2019	4	20,00	1,69	0,00	0,00	0,00		0,00
13**				0,00		0,00		20	
13a	2019	4	70,00	5,91	3,45	1,70	29,54		32,00
14*	2020	8	142,60	12,03	4,33	2,14	22,63	17	40,00
17				0,00		0,00			
17a	2025	1	18,00	1,52	0,23	0,11	13,11	19	14,90
18	2019	6	42,00	3,54	2,72	1,34	26,44	16	16,00
23	2011		9,27	0,78	8,57	4,23	121,84	3	8,24
27	2013	1	19,275	1,63	13,03	6,43	151,80	2	10,28
82	2017	-9	162,00	13,67	45,93	22,65	99,86	5	80,00
Расчет 5									
1	2013	-1	12,00	0,83	4,73	1,95	71,51	9	10,00
2	2014	-5	65,00	4,49	33,16	13,64	112,26	4	58,00
3	2021	5	100,00	6,92	0,00	0,00	0,00		0,00
4	2012	1	3,80	0,26	1,64	0,67	65,36	10	5,20
5	2014	1	5,90	0,41	6,05	2,49	208,28	1	11,20
6	2019	-1	18,60	1,29	1,63	0,67	37,22	16	8,50
7	2013	-2	6,00	0,41	2,84	1,17	83,55	7	6,00
8	2017	-1	97,00	6,71	12,91	5,31	53,22	13	48,60
9**	2017	1	78,50	5,43	7,84	3,23	41,52	15	31,20
10	2012	-2	40,00	2,77	13,51	5,56	53,89	12	24,00
14*	2014	2	142,60	9,86	16,45	6,77	37,11	17	40,00
15*	2018	-4	20,00	1,38	4,53	1,86	83,05	8	20,00
16	2020	-1	186,40	12,89	0,00	0,00	0,00		74,80
17	2018	-5	201,70	13,95	8,58	3,53	21,64		74,40
18	2019	6	42,00	2,90	2,72	1,12	26,44	18	16,00
23	2012		22,50	1,56	17,82	7,33	154,66	2	12,00
27	2011		8,136	0,56	7,49	3,08	121,84	3	7,20
82	2016	-10	162,00	11,20	54,77	22,53	103,56	5	80,00

Столь незначительное отличие показателей программы с реинвестициями с накоплением от варианта без накоплений даже при широких границах по срокам реализации проектов связано отсутствием высокоэффективных средних и крупных проектов. Такие проекты могли бы заменить более мелкие, на которые хватает реинвестиций без накопления.

Итак, расчеты показали, что приведенная модель позволяет получать варианты структуры ИП, различающиеся сроками реализации проектов, объемами их финансирования, а также величинами оценочных показателей. Это способствует исследованию инвестиционных возможностей программы и предоставляет информацию для принятия решения о ее конфигурации с привлечением неформальных критериев.

Инструментальная поддержка предложенной модели реализована в рамках компьютерной программы, которая допускает изменение:

- состава проектов, предлагаемых к включению в программу;
- числа, состава и весовых коэффициентов целевых показателей;

- общего объема финансирования и границ распределения этого объема по годам;
- пороговых значений показателей;
- нижних и верхних границ объемов проектов;
- доли прибыли, направляемой на реинвестиции.

Изменение указанных выше параметров модели позволяет генерировать множество вариантов структуры инвестиционной программы, которые характеризуются различными свойствами. Полученное множество вариантов служит информацией для принятия сбалансированного окончательного решения относительно состава, объемов проектов, времени начала их реализации, распределения финансирования программы по годам, доли прибыли, направляемой на реинвестиции и т. п.

Предложенная модель может использоваться как для первичного отбора инвестиционных проектов в программу, так и для поиска резервов в уже составленной программе. В частности, возможно использование модели на последнем этапе в рамках четырехэтапной схемы разработки программы развития нефтегазохимического комплекса на перспективу, предложенной в работе О.Б. Брагинского [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Татевосян Г.М., Писарева О.М., Седова С.В., Тореев В.Б. Методы обоснования инвестиционных программ (реальный сектор экономики) // Препринт # WP/2009/260. М.: ЦЭМИ РАН, 2009.
2. Брагинский О.Б., Татевосян Г.М., Седова С.В., Писарева О.М., Куницына Н.Н. Методология обоснования инвестиционных программ и их оптимизации при ограниченных финансовых ресурсах (на примере химического комплекса) // Препринт # WP/2013/303. М.: ЦЭМИ РАН, 2013.
3. Седова С.В. Применение минимаксного метода для формирования крупномасштабных инвестиционных программ // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): матер. Пятой Междунар. конф. (3–5 октября 2011, г. Москва, Россия). Т. I. М., ИПУ РАН, 2011.
4. Ахобадзе Т.Д. Методы решения задач оптимизации инвестиционных программ в реальном секторе экономики: автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010.
5. Морозов В.В. Оптимизация инвестирования технологических инноваций как основа устойчивого развития региона // Вестник УГТУ–УПИ. 2003. № 10. С. 114–121.
6. Санников А.А., Халикова М.А. Методический подход к формированию инвестиционной программы нефтяной компании // Нефтегазовое дело. 2012. С. 551–565.
7. Суворцев И.С., Баркалов С.А., Нильга О.С. Механизм максимизации дохода инвестиционной программы строительного предприятия // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. 2001. Вып. 4(24).
8. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. СПб.: Изд. дом «Питер», 2004.
9. Черникова А.А. Формирование инвестиционных пакетов, удовлетворяющих целям регионального развития // Инвестиционные процессы в регионах. 2007. № 2. С. 38–41.
10. Брагинский О.Б. Методология и практика разработки программ развития многоотраслевого комплекса (на примере нефтехимического комплекса) // Журнал новой экономической ассоциации. 2012. № 4(16). С. 127–146.

REFERENCES

1. **Tatevosyan G.M., Pisareva O.M., Sedova S.V., Toreyev V.B.** Metody obosnovaniya investitsionnykh programm (realnyy sektor ekonomiki). Preprint # WP/2009/260. M.: TsEMI RAN, 2009. (rus)
2. **Braginskiy O.B., Tatevosyan G.M., Sedova S.V., Pisareva O.M., Kunitsyna N.N.** Metodologiya obosnovaniya investitsionnykh programm i ikh optimizatsii pri ogranichennykh finansovykh resursakh (na primere khimicheskogo kompleksa). Preprint # WP/2013/303. M.: TsEMI RAN, 2013. (rus)
3. **Sedova S.V.** Primeneniye minimaksnogo metoda dlya formirovaniya krupnomasshtabnykh investitsionnykh program. *Upravleniye razvitiyem krupnomasshtabnykh sistem (MLSD'2011): materialy Pyatoy Mezhdunarodnoy konferentsii (3–5 oktyabrya 2011 g. M., Rossiya)*. T. I. M., IPU RAN, 2011. (rus)
4. **Akhobadze T.D.** Metody resheniya zadach optimizatsii investitsionnykh programm v realnom sektore ekonomiki. Avtoreferat dissertatsii ... kand. ekon. nauk. SPb: Izdatelstvo SPbGU, 2010. (rus)
5. **Morozov V.V.** Optimizatsiya investirovaniya tekhnologicheskikh innovatsiy kak osnova ustoychivogo razvitiya regiona. *Vestnik UGTU–UPI*. 2003. № 10. S. 114–121. (rus)
6. **Sannikov A.A., Khalikova M.A.** Metodicheskiy podkhod k formirovaniyu investitsionnoy programmy neftyanoy kompanii. *Neftegazovoye delo*. 2012. S. 551–565. (rus)
7. **Surovtsev I.S., Barkalov S.A., Nilga O.S.** Mekhanizm maksimizatsii dokhoda investitsionnoy programmy stroitel'nogo predpriyatiya. *Nauchnyy vestnik Voronezhskogo GASU. Stroitelstvo i arkhitektura*. 2001. Vyp. 4(24). (rus)
8. **Tsarev V.V.** Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy. SPb.: Izd. dom «Piter», 2004. (rus)
9. **Chernikova A.A.** Formirovaniye investitsionnykh paketov, udovletvoryayushchikh tselyam regionalnogo razvitiya. *Investitsionnyye protsessy v regionakh*. 2007. № 2. S. 38–41. (rus)
10. **Braginskiy O.B.** Metodologiya i praktika razrabotki programm razvitiya mnogootraslevogo kompleksa (na primere neftekhimicheskogo kompleksa). *Zhurnal novoy ekonomicheskoy assotsiatsii*. 2012. № 4(16). S. 127–146. (rus)

СЕДОВА Светлана Владимировна – старший научный сотрудник Центрального экономико-математического института Российской академии наук, кандидат экономических наук.
117418, Нахимовский пр., д. 47, г. Москва, Россия. E-mail: ssedovs@mail.ru

SEDOVA Svetlana V. – Central economics and mathematics institute Russian academy of sciences.
117418. Nakhimovskiy pr. 47. Moscow. Russia. E-mail: ssedovs@mail.ru
