

## МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

© 2017

*Д.Ю. Иванов*, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой организации производства

*К.Ю. Орлова*, аспирант кафедры организации производства

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара (Россия)*

**Ключевые слова:** инновационный проект; инновационный процесс; комплексная оценка; метод анализа иерархий; реальные опционы.

**Аннотация:** В современных экономических реалиях неоспорима роль инноваций. В России уделяется значительное внимание созданию условий для инновационного развития. Так, реализуется Стратегия инновационного развития Российской Федерации, в которой определены цели и задачи инновационной политики и которая призвана качественно изменить структуру российской экономики. Финансирование инновационных проектов осуществляется за счет венчурного капитала. Важной особенностью венчурных инвестиций является, с одной стороны, высокий риск, с другой – возможность получения сверхприбыли. Поэтому инвесторы, как правило, диверсифицируют риски, формируя портфель инновационных проектов. Таким образом, возникает задача разработки методов, позволяющих оптимально распределить капитал, которым располагает инвестор, для вложения в инновационные проекты.

Статья посвящена механизму отбора инновационных проектов на основе комплексной оценки. Рассмотрена теоретическая база, лежащая в основе предлагаемого механизма, включающая метод реальных опционов для оценки доходности проекта с учетом риска, а также метод анализа иерархий Т. Саати, позволяющий определить приоритеты рассматриваемых альтернатив с учетом значимости критериев.

Предлагается механизм формирования портфеля инновационных проектов, включающий три шага. На первом шаге прибыльность проекта оценивается с помощью метода реальных опционов, адаптированного для многостадийных проектов. На втором шаге производится комплексная оценка проекта с помощью метода анализа иерархий. При этом предварительно определяется значимость критериев оценки проекта, включающих потенциальную прибыльность проекта, его продолжительность, а также качественные характеристики, оказывающие влияние на вероятность реализации. На заключительном шаге происходит отбор проектов на основе приоритетов с учетом ограничений на финансирование.

Разработанный механизм позволяет инвестору оценить целесообразность вложения капитала в инновационный проект и сформировать оптимальный портфель инновационных проектов.

### ВВЕДЕНИЕ

Развитие и внедрение инноваций является важнейшим фактором повышения конкурентоспособности. В последние годы наблюдается рост эффективности инновационной деятельности в России. Так, в рейтинге Global Innovation Index 2016 Россия поднялась с 48-й позиции на 43-ю из 128. Сильными сторонами является наличие формальных условий для инновационной деятельности, высокий процент выпускников инженерных специальностей. Кроме того, Россия занимает седьмое место по количеству заявок на полезную модель и второе – по доле женщин с высшим образованием. Слабыми сторонами, тормозящими развитие инновационной сферы, являются качество общественных институтов и высокие административные барьеры, а также низкий уровень инвестиционного климата и слабая связь производства и науки [0–3].

Основные цели и задачи российской инновационной политики определены в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [4]. Отметим, что Самарская область занимает 10-е место в рейтинге инновационных регионов России, относясь к разряду сильных инноваторов. Наиболее сильной стороной региона является инновационная активность, включающая такие показатели, как наличие инновационной инфраструктуры, победы и участие в конкурсах, проводимых федеральными институтами развития, поддержка институтами развития инновационных проектов, а также привлечение инвестиций из федерального бюджета [5–7].

Развитие инноваций требует значительного привлечения венчурных инвестиций, являющихся высокорисковым, но потенциально высокодоходным финансовым вложением. Поэтому важной задачей для венчурного инвестора является формирование портфеля инновационных проектов, обеспечивающее максимальный доход и при этом нейтрализующее риск [8].

Исходя из этого, необходимой задачей представляется разработка моделей и механизмов управления венчурным капиталом, предполагающих оценку и выбор инновационных проектов для формирования инвестиционного портфеля.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Важнейшей спецификой венчурного инвестирования является высокий риск. В статье Г. Стивенса и Дж. Берли “3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success” была описана выведенная за 40 лет наблюдений устойчивая закономерность: из 3000 инновационных идей только одна заканчивается успешными продажами товара на рынке. При этом риск проекта убывает от стадии к стадии: в соответствии с этой статистикой вероятность окупаемости вложений на предпроектной стадии составляет менее десятой доли процента, а на стадии расширения производства – более 50 процентов [9].

Результаты этого исследования систематизированы в таблице 1, где  $p_i$  – вероятность перехода на следующую стадию, а  $P_i$  – вероятность успеха проекта в целом.

Таблица 1. Статистика реализации инновационных проектов

Стадия	Результат стадии	Пропорция	$p_{i,}, \%$	$P_{i,}, \%$
Фундаментальная наука	Творческая идея	3000	-	-
Прикладная наука	Патентная заявка	300	10,00	0,03
Предпосевная	Бизнес-модель	125	41,67	0,33
Посевная	Опытно-конструкторская разработка	9	7,20	0,80
Раннее венчурное финансирование	Новые инновационные предприятия	4	44,44	11,11
Ранний рост	Начавшиеся продажи предприятия	1,7	42,50	25,00
Расширение производства	Коммерчески успешный проект	1	58,82	58,82

Для оценки потенциальной прибыльности проекта был применен метод реальных опционов. Этот метод заключается в оценке инвестиционного проекта по аналогии с финансовым опционом – производным инструментом, дающим право его владельцу на покупку (опцион “call”) или продажу (опцион “put”) актива по заранее оговоренной цене (цене исполнения опциона, или цене страйк) в определенный момент времени в будущем («европейский» опцион) или в течение определенного срока («американский» опцион) [10].

Элементарную модель оценки опциона можно представить в виде единственного ветвления биномиального дерева (см. рис. 1) [11].

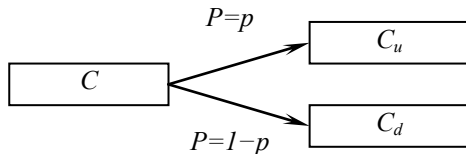


Рис. 1. Графическая интерпретация расчета стоимости опциона для случая бинарного дерева с единственным ветвлением

В оптимистическом случае с вероятностью  $p$  актив возрастает в  $u$  раз, и инвестор получает доход  $C_u$ , равный разнице между рыночной стоимостью актива на момент исполнения опциона *call* (опциона на покупку) и ценой страйк:

$$C_u = uS_o - X.$$

В этом случае будет иметь место так называемый опцион *при деньгах* [12].

Если при пессимистическом исходе возможный доход оказывается отрицательным, то инвестор не исполняет опцион и, соответственно, не получает никакого дохода, т. е.

$$C_d = \max[0; (dS_o - X)].$$

Опцион, исполнять который невыгодно, называется опционом *вне денег* [12].

Для опциона на продажу, т. е. опциона *put*, наоборот, случай снижения цены будет являться оптимистическим исходом, а повышения – пессимистическим. Со-

ответственно, для данного вида опционов будут справедливы следующие соотношения:

$$C_u = \max[0; (X - uS_o)],$$

$$C_d = X - dS_o.$$

Стоимость опциона любого вида рассчитывается как дисконтированное ожидание дохода [13]:

$$C = \frac{pC_u + (1-p)C_d}{1+r},$$

где  $r$  – ставка дисконтирования за период действия опциона.

Кроме того, существуют опционы *call* не на сам актив, а на другой опцион, который инвестор может приобрести при оптимистическом исходе по цене, меньшей его стоимости. Таким образом, выстраивается цепочка последовательных опционов, в которой каждый последующий опцион является базисным активом по отношению к предыдущему. При этом срок исполнения каждого предыдущего опциона является моментом выпуска последующего [13].

Эта модель может применяться в оценке прибыльности многостадийных проектов.

Для комплексной оценки проекта применим метод анализа иерархий Т. Саати, который заключается в синтезе множества частных экспертных суждений, определении приоритетности факторов (критериев, характеристик, свойств) и нахождении альтернативных решений [14–16]. Оценки присваиваются альтернативам и критериям в соответствии со степенями предпочтения, описанными в таблице 2.

Результат сравнения может быть представлен в виде следующей матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \dots & a_{1i} & \dots & a_{1n} \\ \dots & 1 & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & 1 & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{ni} & \dots & 1 \end{pmatrix}, \quad a_{ij} = 1/a_{ji}.$$

Далее осуществляется математическая обработка полученных экспертных суждений – вычисление локальных приоритетов. Полученные на предыдущем этапе данные обрабатываются с помощью математического аппарата: для каждого сравниваемого параметра

Таблица 2. Фундаментальная шкала оценки

Степень предпочтения	Определение	Комментарии
1	Отсутствие предпочтения	Две альтернативы одинаково предпочтительны с точки зрения цели
2	Слабое (легкое) предпочтение	
3	Умеренное (среднее) предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Предпочтение чуть выше среднего	
5	Заметное предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив значительно предпочтительнее другой
6	Очень заметное предпочтение	
7	Сильное (очевидное) предпочтение	Опыт эксперта позволяет считать одну из альтернатив гораздо предпочтительнее другой: доминирование альтернативы подтверждено практикой
8	Очень сильное предпочтение	
9	Абсолютное предпочтение	Очевидность подавляющей предпочтительности одной альтернативы над другой имеет неоспоримое подтверждение
Обратные значения оценок предпочтения	Если предпочтительность <i>i</i> -й альтернативы по сравнению с <i>j</i> -й имеет одно из приведенных выше значений, то оценка предпочтительности <i>j</i> -й альтернативы перед <i>i</i> -й будет иметь обратное значение	

вычисляется среднее геометрическое из его сравнений с другими (т. е. из значений строки матрицы), а затем полученные величины нормируются, т. е. приводятся к оценкам, дающим в сумме единицу. Расчетная схема парных сравнений приведена в таблице 3 [17]. Также на данном этапе в таблице рассчитывается приближенное собственное значение матрицы  $\lambda_{max}$ .

Кроме того, метод предполагает определение качества работы экспертов – проверку оценок на согласованность и непротиворечивость с помощью двух параметров: индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС). Индекс согласованности рассчитывается из следующей формулы:

$$ИС = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n - 1}$$

Показатель ОС находится как отношение индекса согласованности к его нормативному значению. Если показатель будет находиться в пределах 10 %, оценки экспертов качественны и непротиворечивы.

Последним этапом обработки данных является свертка локальных оценок и синтез глобальных приоритетов: окончательная оценка альтернатив, когда для каждой альтернативы формируется интегральная оценка на основе взвешенных критериев. Синтез глобальных приоритетов продемонстрирован в таблице 4.

Таблица 3. Расчетная схема математической обработки экспертных оценок

Матрица парных сравнений					Среднее геометрическое	Нормированные оценки	Расчет $\lambda_{max}$
	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$			
$A_1$	1	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	$x_1 = \sqrt[n]{1 \cdot a_{12} \cdot \dots \cdot a_{1n}}$	$\frac{x_1}{\sum_{i=1}^n x_i}$	$\sum_{j=1}^n a_{j1} \cdot \frac{x_1}{\sum_{i=1}^n x_i}$
$A_2$	$a_{21}$	1	...	$a_{2n}$	$x_2 = \sqrt[n]{a_{21} \cdot 1 \cdot \dots \cdot a_{2n}}$	$\frac{x_2}{\sum_{i=1}^n x_i}$	$\sum_{j=1}^n a_{j2} \cdot \frac{x_2}{\sum_{i=1}^n x_i}$
...	...	...	...	...	...	...	...
$A_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	1	$x_n = \sqrt[n]{a_{n1} \cdot a_{n2} \cdot \dots \cdot 1}$	$\frac{x_n}{\sum_{i=1}^n x_i}$	$\sum_{j=1}^n a_{jn} \cdot \frac{x_n}{\sum_{i=1}^n x_i}$
	$\sum_{j=1}^n a_{j1}$	$\sum_{j=1}^n a_{j2}$	...	$\sum_{j=1}^n a_{jn}$	$\sum_{i=1}^n x_i$	1	$\lambda_{max}$

Таблица 4. Синтез глобальных приоритетов

	Значимость критериев				Глобальные приоритеты (взвешенная сумма)
	$K_1$	$K_2$	...	$K_n$	
Альтернатива 1	$x_1$	$y_1$	...	$z_1$	$x_1 \times K_1 + y_1 \times K_2 + \dots + z_1 \times K_n$
Альтернатива $j$	$x_j$	$y_j$	...	$z_j$	$x_j \times K_1 + y_j \times K_2 + \dots + z_j \times K_n$
Альтернатива $n$	$x_n$	$y_n$	...	$z_n$	$x_n \times K_1 + y_n \times K_2 + \dots + z_n \times K_n$
$\Sigma$	1	1	...	1	1

В таблице 4  $x, y, z$  – нормированные оценки значимости объектов по соответствующим критериям;  $K_1 \dots K_n$  – значимости соответствующих критериев оценки.

Глобальные приоритеты находятся в виде взвешенных аддитивных наборов локальных приоритетов, где в качестве весовых коэффициентов выступают значимости критериев и объектов нормированы на единичном интервале, то и синтезированные глобальные приоритеты также будут принадлежать интервалу  $[0, 1]$ .

В конце готовится аналитическое заключение – качественный анализ полученных результатов и содержательная интерпретация полученных оценок [18].

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Пусть инвестор имеет возможность выбрать несколько проектов для вложения венчурного капитала.

Предлагаемый механизм формирования портфеля инновационных проектов включает в себя три этапа.

I. Оценка прибыльности проектов методом реальных опционов. При этом инновационный про-

цесс представляется как ряд последовательных опционов.

II. Многокритериальная оценка проектов при помощи метода анализа иерархий Т. Саати. Определяются приоритеты рассматриваемых инновационных проектов.

III. Формирование портфеля проектов в соответствии с их приоритетом и с учетом ограничения на финансирование.

На первом этапе оценивается потенциальная прибыль с учетом риска – разница между стоимостью реального опциона на осуществление инновационного проекта и величиной требуемых инвестиций.

Рассмотрим модель оценки инновационного проекта методом реальных опционов. Схема инновационного процесса представлена на рис. 2 [19].

Сформулируем задачу оценки инновационного проекта.

Пусть инвестор может вложить в проект, находящийся на момент рассмотрения на  $i$ -й стадии, сумму  $I_{i-1}$ . Успешное развитие проекта дает возможность инвестировать на следующих стадиях. Успех проекта

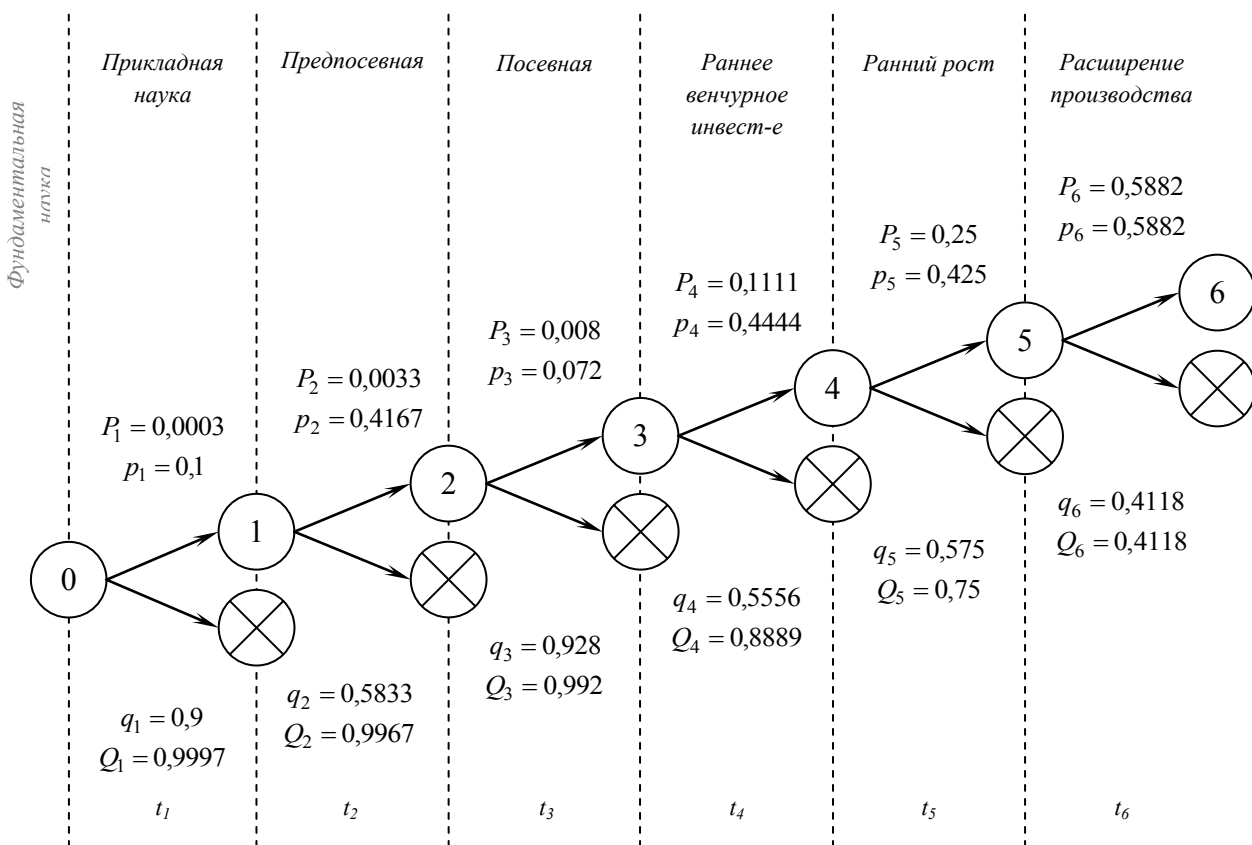


Рис. 2. Модель инновационного процесса



в целом означает получение дохода (или доли дохода) от продажи инновационной продукции. Принимая во внимание временную стоимость денег, мы будем проводить расчеты потенциальных доходов с учетом дисконтирования.

Модель инновационного процесса представляет собой ряд последовательных реальных опционов *call*. Инвестирование на стадии расширения производства является реальным опционом на продажи инновационной продукции. Остальные стадии интерпретируются как опционом на последующий опцион. Так, инвестирование на посевной стадии – реальный опцион *call* на следующий опцион – раннее венчурное финансирование.

В начале каждой стадии будет вычисляться премия по опциону как дисконтированное математическое ожидание выгоды [13]:

$$C_{i-1} = \frac{p_i G_i + q_i L_i}{(1+r)^i},$$

где  $G_i$  – выгода на конец стадии при оптимистическом сценарии;

$L_i$  – выгода при пессимистическом сценарии;

$r$  – ставка дисконтирования;

$t_i$  – продолжительность  $i$ -й стадии,  $i=1, \dots, 6$ .

При пессимистическом развитии событий, а именно в случае провала проекта, инвестор не будет исполнять опцион, следовательно, его доход  $L_i=0$ . Таким образом,

$$C_{i-1} = \frac{p_i G_i}{(1+r)^i}. \quad (1)$$

В общем случае при оптимистическом исходе выгода от исполнения опциона представляет собой разницу между рыночной ценой актива на момент исполнения опциона  $S_i$  и ценой страйк  $X_i$  [20]:

$$G_i = S_i - X_i.$$

Интерпретация показателей  $S_i$  и  $X_i$  в контексте венчурного инвестирования будет отличаться на разных стадиях.

Анализ проекта начинается с последней стадии, т. е. стадии расширения производства. В рамках данной модели стадия расширения производства является опционом на осуществление продаж инновационной продукции. Для данной стадии доходом в оптимистическом случае будет являться NPV проекта без учета первоначальных инвестиций, так как они осуществляются вне зависимости от успеха проекта. При расчете NPV под нулевым периодом понимается условный момент завершения стадии расширения производства. Кроме того, по завершении стадии возможно получение положительного потока от продаж, начатых на этапе раннего роста.

$$G_6 = NPV + CF_6 = \sum_{j=1}^b \frac{CF_j^+ - CF_j^-}{(1+r)^j} + CF_6.$$

Рассчитаем премию по опциону  $C_5$  по формуле (1) и сравним с величиной инвестиций  $I_5$  на момент начала стадии:

$$C_5 = \frac{p_6 G_6}{(1+r)^6}.$$

В случае если  $C_5 \geq I_5$ , т. е. если инвестиции окупаются последующими денежными потоками, вложение средств на стадии расширения производства будет иметь смысл при условии успешности предыдущих стадий. В противном случае инвестирование на рассмотренной стадии нецелесообразно. Поскольку инновационный проект не является ликвидным активом и трудно говорить о возможности его продажи, инвестирование в проект в целом также будем считать не имеющим смысла. Дальнейшие расчеты в этом случае прекращаются [21].

Если сравнение показало целесообразность вложения средств, аналогичный анализ проводится на более ранних стадиях. Последней анализируется стадия, на которой находится проект на момент принятия решения.

Рассмотрим стадию раннего роста. Потенциальная выгода в конце стадии  $G_5$  представляет собой разницу между премией по опциону на стадии расширения производства и инвестициями на этой же стадии. Кроме того, вероятный доход учитывает денежный поток, полученный от пробных продаж на стадии раннего роста. Таким образом,

$$G_5 = C_5 + CF_5 - I_5.$$

Для стадии раннего роста применимы следующие аналогии с финансовыми опционами. Сумма вероятной прибыли от продажи инновационной продукции и премии по опциону на стадии расширения производства соответствует оптимистической цене актива  $S_i$ . Величина инвестиций на стадии расширения производства соответствует цене страйк  $X_i$ .

Как и на предыдущем шаге, вычислим по формуле (1) значение премии по опциону и сравним с величиной инвестиций на стадии раннего роста. По результатам сравнения примем решение о целесообразности инвестирования. Если решение о вложении будет оптимальным, перейдем к дальнейшему рассмотрению.

Для оставшихся стадий – прикладной науки, предпосевной и посевной стадий, а также стадии раннего венчурного инвестирования – интерпретация показателей оценки финансового опциона будет одинакова. Премия за последующий опцион  $C_i$  будет соответствовать рыночной цене актива на момент исполнения опциона  $S_i$ , а требуемые на последующей стадии инвестиции  $I_i$  – цене исполнения опциона  $X_i$ .

Потенциальная выгода будет рассчитана как разница между премией за опцион и величиной инвестиций на более поздней стадии, т. е.

$$G_i = C_i - I_i, \quad \forall i = 1, \dots, 4.$$

Разница между премией за опцион и величиной требуемых инвестиций на стадии принятия решения характеризует потенциальную прибыль от проекта с учетом риска. Однако расчет опирается на среднестатистические

значения, поэтому необходима комплексная оценка, учитывающая индивидуальные особенности проекта, влияющие на его успешность.

На втором этапе оценки отберем проекты с положительным ожидаемым доходом, а также проекты, убыток по которым не превышает 10 % от дисконтированной суммы инвестиций.

В качестве основных критериев оценки проекта используем следующие.

1. *Прибыльность* проекта – отношение разницы между стоимостью реального опциона на стадии инвестирования и инвестициями на этой же стадии к дисконтированной сумме всех инвестиций.

2. *Квалификация команды* проекта.

3. *Актуальность* проекта – экспертная оценка пользы от разрабатываемого товара или услуги.

4. *Продолжительность проекта*.

Построим графическую структуру иерархии (рис. 3).

Критерии квалификации команды и актуальности проекта являются качественными, следовательно, оценки альтернатив по данным критериям будут формироваться с помощью парных сравнений.

Определение нормированных оценок проектов по критерию прибыльности предлагается провести в два этапа. На первом этапе формируется некая приведенная оценка, позволяющая уйти от отрицательных чисел. Вычисление оценки предлагается произвести по следующей формуле:

$$o_j = \frac{\pi_j - \pi_{\min}}{\pi_{\max} - \pi_{\min}},$$

где  $o_j$  – приведенная оценка  $j$ -го проекта по критерию прибыльности;  $\pi_j$  – прибыльность  $j$ -го проекта;  $\pi_{\max}$  – максимальное значение прибыльности среди рассмотренных проектов;  $\pi_{\min}$  – минимальное значение прибыльности среди рассмотренных проектов.

Таким образом, приведенные оценки проектов с максимальными и минимальными значениями прибыльности составят 1 и 0 соответственно. Остальные оценки окажутся внутри этого интервала.

Вторым этапом полученные оценки нормируются таким образом, чтобы в сумме они давали 1. Нормировка осуществляется по следующей формуле:

$$x_j = \frac{o_j}{\sum_{j=1}^m o_j}.$$

Продолжительность проекта рассчитывается как сумма продолжительностей всех стадий плюс срок продаж продукции по окончании стадии расширения производства.

Как и в случае с оценкой прибыльности проекта, расчет будет осуществляться в два этапа: формирование приведенной оценки и нормированной. Необходимость расчета приведенной оценки состоит в том, преобразовать «плохой» показатель (т. е. минимизирующий показатель, оптимальное значение которого является минимальным) продолжительности проекта в «хороший» (т. е. максимизирующий).

Приведенную оценку  $j$ -го проекта предлагается считать как отношение минимального значения продолжительности среди рассматриваемых проектов к продолжительности  $j$ -го проекта. Тогда оценка самого непродолжительного проекта будет равна 1, оценки остальных попадут в промежуток от 0 (вследствие неотрицательности продолжительности проекта) до 1.

Таким образом,

$$o_j = \frac{t_{\min}}{t_j}.$$

Нормировка осуществляется по стандартной формуле:

$$x_j = \frac{o_j}{\sum_{j=1}^m o_j}.$$

Сформируем весовые коэффициенты критериев. Наиболее важным является показатель прибыльности проекта. Он заметно предпочтительнее (степень 5 в соответствии с таблицей 2) показателя квалификации команды проекта и имеет очень заметное предпочтение (степень 6) перед актуальностью проекта. При этом квалификация команды проекта слабо предпочтительнее актуальности проекта (степень 3).

Изложенные выше суждения могут быть представлены в виде следующей матрицы:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 7 \\ 1/5 & 1 & 2 & 5 \\ 1/6 & 1/2 & 1 & 4 \\ 1/7 & 1/5 & 1/4 & 1 \end{pmatrix}.$$

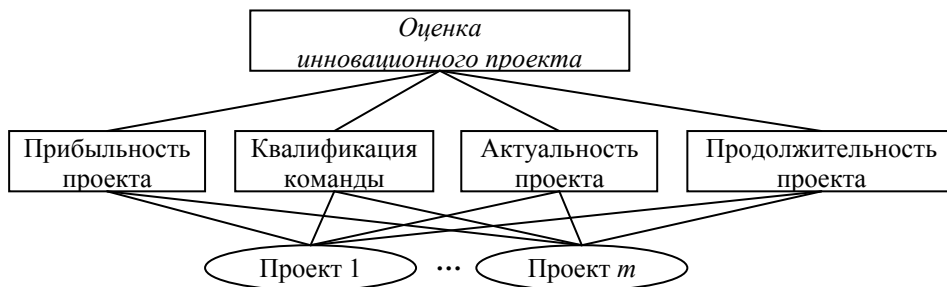


Рис. 3. Графическая структура иерархии

Таблица 5. Формирование весовых коэффициентов критериев

Матрица парных сравнений					Среднее геометрическое	Нормированные оценки, %	Расчет $\lambda_{\max}$
	1	2	3	4			
1	1	5	6	7	3,81	62,96 %	0,95
2	1/5	1	2	5	1,19	19,67 %	1,32
3	1/6	1/2	1	4	0,76	12,57 %	1,16
4	1/7	1/5	1/4	1	0,29	4,81 %	0,82
	1,51	6,7	9,25	17	6,05	100,00 %	4,25

Проведем математическую обработку результатов по схеме, представленной в таблице 3.

Результаты математической обработки данных приведены в таблице 5. В таблице критерии обозначены номерами, соответствующими порядку, в котором они были перечислены в начале раздела.

Таким образом, критерии имеют следующий вес:

1. *Прибыльность* проекта  $K_1 = 0,6296$ .

2. *Квалификация команды* проекта  $K_2 = 0,1967$ .

3. *Актуальность* проекта  $K_3 = 0,1257$ .

4. *Продолжительность* проекта  $K_4 = 0,0481$ .

Приближенное главное собственное значение матрицы  $\lambda_{\max}$  составило 3,03.

Проверим качество экспертных оценок. Рассчитаем индекс согласованности ИС:

$$ИС = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} = \frac{(4,25 - 4)}{4 - 1} = 0,083.$$

Нормативное значение индекса согласованности для количества критериев  $n=4$  равно 0,9 [16].

Рассчитаем отношение согласованности ОС как отношение индекса согласованности к его нормативному значению:

$$ОС = \frac{0,082}{0,9} = 0,092 \text{ (9,2 \%)}.$$

Таким образом, отношение согласованности не превышает контрольного значения в 10 %, а значит, экспертные оценки качественны и не противоречат друг другу.

Дальнейшими шагами будет расчет локальных приоритетов оцениваемых альтернатив (т. е. инновационных проектов) и последующий расчет глобальных приоритетов.

Третьим этапом разработанного механизма является формирование портфеля инновационных проектов путем последовательного распределения ресурса на основе приоритетов, определяемых интегральными оценками инновационных проектов. В первую очередь будут профинансированы наиболее приоритетные проекты, т. е. имеющие наивысшую оценку. Если имеющегося ресурса не хватает на финансирование определенного проекта, рассмотрению будут подлежать менее предпочтительные.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый механизм может применяться инвесторами для формирования оптимального портфеля ин-

новационных проектов, позволяющего нейтрализовать риск и максимизировать прибыль.

Одним из путей совершенствования механизма может быть развитие системы комплексной оценки. Так, качественные критерии могут быть детализированы в виде частных показателей, позволяющих более точно оценить проект.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Dutta S., Lanwin B., Wunsch-Vincent S. The Global Innovation Index 2015: effective innovation policies for development. Geneva: Johnson Cornell university, 2015. 419 p.
- Dutta S., Lanwin B., Wunsch-Vincent S. The Global Innovation Index 2016: winning with global innovation. Geneva: Johnson Cornell university, 2016. 422 p.
- Окунь С. Инновации пятого десятка // Коммерсантъ. 2016. 15 августа.
- Общая информация // Инновации в России. URL: [innovation.gov.ru/ru/taxonomy/term/2476](http://innovation.gov.ru/ru/taxonomy/term/2476).
- Рейтинг инновационных регионов России: версия 2016 // АИРР: ассоциация инновационных регионов России. URL: [i-regions.org/images/files/presentations/AIRR\\_26.12.pdf](http://i-regions.org/images/files/presentations/AIRR_26.12.pdf).
- Горбунов Д.В. Оценка деятельности организаций – институтов инновационного развития Самарской области и предложения по улучшению их работы // Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области. URL: [economy.samregion.ru/ministerstvo/rukovodstvo/38/](http://economy.samregion.ru/ministerstvo/rukovodstvo/38/).
- Горбунов Д.В., Иванов Д.Ю. Инфраструктурная модель бюджетной поддержки реализации инновационных проектов (на примере Самарской области) // Экономические науки. 2014. № 6. С. 107–115.
- Фахтутдинов Р.А. Инновационный менеджмент. СПб.: Питер, 2008. 443 с.
- Stevens G., Burley J. 3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success // Research Technology Management. 1997. № 40. P. 16–27.
- Вайн С. Опционы. Полный курс для профессионалов. М.: Альпина Пабlishер, 2008. 466 с.
- Antikarov V., Copeland T. Real options: a practitioner's guide. New York: W. W. Norton & Company, 2001. 372 p.
- Брусланова Н. Метод реальных опционов в оценке инвестиционных проектов // Финансовый директор. URL: [fd.ru/articles/10485-metod-realnyh-optionov-v-otsenke-investitsionnyh-proektov](http://fd.ru/articles/10485-metod-realnyh-optionov-v-otsenke-investitsionnyh-proektov).
- Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. М.: Дело, 2004. 528 с.

14. Saaty T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill, 1980. 287 p.
15. Саати Т.Л. Об измерении неосознаваемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений // *Cloud of Science*. 2015. Т. 2. № 1. С. 5–35.
16. Цапенко М.В. Введение в инновационное предпринимательство. Самара: Самар. гос. аэрокос. ун-т им. С.П. Королева, 2013. 32 с.
17. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с.
18. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991. 224 с.
19. Иванов Д.Ю., Орлова К.Ю. Постановка задачи оценки инновационного проекта методом реальных опционов // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2015. № 7. С. 93–98.
20. Ivanov D.U., Orlova C.U., Ajupov A.A., Bogatirev V.D., Pavlova E.V. Venture capital management technique based on real options // *International Business Management*. 2016. № 10. P. 5286–5290.
21. Иванов Д.Ю. Экономико-математический метод принятия решений на венчурном рынке // *Вестник Самарского университета. Экономика и управление*. 2015. № 9-2. С. 237–244.
8. Fakhtutdinov R.A. *Innovatsionnyy menedzhment* [Innovation management]. Sankt Petersburg, Piter Publ., 2008. 443 p.
9. Stevens G., Burley J. 3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success. *Research Technology Management*, 1997, no. 40, pp. 16–27.
10. Vayn S. *Optiony. Polnyy kurs dlya professionalov* [Options. Full course for professionals]. Moscow, Alpina Publisher Publ., 2008. 466 p.
11. Antikarov V., Copeland T. *Real options: a practitioner's guide*. New York, W. W. Norton & Company Publ., 2001. 372 p.
12. Bruslanova N. Real options method in investment projects evaluation. *Finansovyy direktor*. URL: [fd.ru/articles/10485-metod-realnyh-optsiyonov-v-otsenke-investitsionnyh-proektov](http://fd.ru/articles/10485-metod-realnyh-optsiyonov-v-otsenke-investitsionnyh-proektov).
13. Limitovskiy M.A. *Investitsionnye proekty i realnye optiony na razvivayushchikh rynkakh* [Investment projects and the real options on the developing markets]. Moscow, Delo Publ., 2004. 528 p.
14. Saaty T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York, McGraw Hill Publ., 1980. 287 p.
15. Saati T.L. About measurement of intangible. Approach to relative measurements based of the main eigenvector of the paired comparisons matrix. *Cloud of Science*, 2015, vol. 2, no. 1, pp. 5–35.
16. Tsapenko M.V. *Vvedenie v innovatsionnoe predprinimatelstvo* [Introduction of the innovation management]. Samara, Samar. gos. aerokos. un-t im. S.P. Koroleva Publ., 2013. 32 p.
17. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy* [Decision making. Analytic hierarchy process]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1989. 316 p.
18. Saati T., Kerns K. *Analiticheskoe planirovanie. Organizatsiya system* [Analytic planning. Systems' organization]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1991. 224 p.
19. Ivanov D.Yu., Orlova K.Yu. Problem statement of the innovation projects evaluation using real options method. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, 2015, no. 7, pp. 93–98.
20. Ivanov D.U., Orlova C.U., Ajupov A.A., Bogatirev V.D., Pavlova E.V. Venture capital management technique based on real options. *International Business Management*, 2016, no. 10, pp. 5286–5290.
21. Ivanov D.Yu. Economic and mathematical method decision making at the venture capital market. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 2015, no. 9-2, pp. 237–244.

#### REFERENCES

1. Dutta S., Lanwin B., Wunsch-Vincent S. *The Global Innovation Index 2015: effective innovation policies for development*. Geneva, Johnson Cornell university Publ., 2015. 419 p.
2. Dutta S., Lanwin B., Wunsch-Vincent S. *The Global Innovation Index 2016: winning with global innovation*. Geneva, Johnson Cornell university Publ., 2016. 422 p.
3. Okun S. Fifth ten innovations. *Kommersant*, 2016, 15 avgusta.
4. General information. *Innovatsii v Rossii*. URL: [innovation.gov.ru/ru/taxonomy/term/2476](http://innovation.gov.ru/ru/taxonomy/term/2476).
5. Rating of Russia's innovation regions: version 2016. *AIRR: assotsiatsiya innovatsionnykh regionov Rossii*. URL: [i-regions.org/images/files/presentations/AIRR\\_26.12.pdf](http://i-regions.org/images/files/presentations/AIRR_26.12.pdf).
6. Gorbunov D.V. Evaluation of the activity of the organizations – institutions of the Samara region innovation development. *Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya, investitsiy i trgovli Samarskoy oblasti*. URL: [economy.samregion.ru/ministerstvo/rukovodstvo/38/](http://economy.samregion.ru/ministerstvo/rukovodstvo/38/).
7. Gorbunov D.V., Ivanov D.Yu. Infrastructural model of the budget support of the innovation projects realization

## THE MECHANISM OF FORMATION OF INNOVATION PROJECTS PORTFOLIO

© 2017

**D. Yu. Ivanov**, Doctor of Sciences (Economics), Professor, Head of Chair of Industrial Management

**K. Yu. Orlova**, postgraduate student of Chair of Industrial Management

*Academic S.P. Korolev Samara National Research University, Samara (Russia)*

*Keywords:* innovation project; innovation process; integrated assessment; analytic hierarchy process; real options.

*Abstract:* In the modern economic reality, the role of innovations is unimpeachable. In the Russian Federation, the significant attention is paid to the creating the conditions for the innovative development. Thus, the Strategy of innovative development of the Russian Federation, which determines the goals and objectives of the innovation policy and which is intended to change qualitatively the Russian economy structure is being implemented. The innovative projects are financed at the cost of venture capital. The important feature of venture investment, on the one hand, is the high risk and, on the other hand, is the ability to get the excess profits. Consequently, the investors commonly diversify the risks by forming the portfolio of the innovative projects. Therefore, we have the issue of developing the methods allowing the investor to allocate their capital optimally between the innovative projects.

The paper covers the development of the mechanism of the innovative projects selection based on the integrated assessment. The authors consider the theoretical foundation which is the basis for the proposed mechanism. It includes the method of real options for the evaluation of the project profitability taking into account the risk, and the T. Saaty's analytic hierarchy process, which allows determining the priorities of the considered alternatives taking into account the criteria significance.

The authors suggest the mechanism of formation of the innovation projects portfolio involving three steps. At the first stage, the project profitability is being evaluated using the real options method adapted for the multi-stage projects. At the second stage, the integrated evaluation of the project is carried out using the analytic hierarchy process. Herewith, the authors predefine the project evaluation criteria including the project's potential profitability, its duration, and its quality characteristics influencing its implementation feasibility. At the final stage, the projects are being selected with respect to their priority and considering the financing constraints.

The developed mechanism allows the investor to evaluate the expediency of financing the innovation project and to form the optimal innovation projects portfolio.