

## Имитационное моделирование в информационной системе проектного риск-менеджмента

Н.М. Светлов, А.С. Архипова (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Обоснована возможность применения имитационного моделирования для удовлетворения информационной потребности, возникающей при анализе рисков инвестиционного портфеля, включающего в себя вложения во взаимосвязанные реальные проекты. Необходимый набор данных, характеризующий риск проекта, обеспечивается вариационными рядами распределения NPV и IRR по каждому из рассматриваемых проектов, генерируемыми имитационной моделью потоков денежных средств проектов. Эмпирическая база имитационной модели образована проектно-сметной документацией, данными о вариации цен продукции, получаемой в результате проекта, а также индексами цен. Инструментальные методы, в основу которых положена разработанная модель, позволяют принимать обоснованные решения о вложении капитала в инвестиционные проекты, о формах и размерах государственной поддержки, направляемой на повышение инвестиционной привлекательности АПК.

Ключевые слова: оценка риска проектов, портфельные инвестиции, поток денежных средств, имитационное моделирование

### Состояние изученности проблемы

Одна из главных трудностей риск-менеджмента инвестиционных проектов связана с разрывом между информационной потребностью риск-менеджера и реально доступной информацией. Эта трудность имеет двойкий характер. Во-первых, решение вопроса о том, как (и можно ли вообще) использовать реально доступные данные для решения конкретной управленческой задачи почти всегда требует нешаблонных подходов или даже оригинального исследования. Во-вторых, определившись с исходными данными, риск-менеджер, как правило, сталкивается с тем, что алгоритмов и тем более готовых программных решений для обработки именно тех данных, которые удалось собрать, в его распоряжении нет. Описание процедур обработки данных с помощью программных средств общего назначения (табличные процессоры, программные средства статистического анализа, математического программирования, имитационного моделирования и др.) требует времени и не всегда возможно в сроки, отведенные для принятия управленческого решения.

В данной статье представлены результаты исследования, нацеленного на поиск компромиссного пути преодоления отмеченной трудности. Его отличительная особенность состоит в том, что разработанный инструментальный метод позволяет, опираясь на доступные данные и на единоеобразное алгоритмическое решение, удовлетворить существенную до-

<http://svetlov.timacad.ru/sci/p265.pdf>

лю информационной потребности широкого круга лиц, вовлеченных в процесс управления проектными рисками.

*Информационная потребность* определена в монографии А.А. Землянского [5] как востребованный индивидуумом дефицит информации в течение определенного временного интервала. Автор отмечает, что информационная потребность соотносится с функциональными нуждами (потребностями) индивидуума, определяемыми целенаправленной, осознанной деятельностью, в отношениях достаточного объема, необходимого содержания, соответствия заданным потребительским характеристикам и свойствам.

Требования к информационной системе, обеспечивающей анализ рисков инвестиционного проекта, определяются информационной потребностью, возникающей у аналитика. Согласно практике принятия инвестиционных решений, в качестве главных характеристик проекта выступают чистая приведенная стоимость (NPV) порождаемого им денежного потока и внутренняя норма доходности проекта (IRR), которая позволяет судить об эффективности вложений капитала [6]. При наличии информации о вероятностных характеристиках параметров проекта имеется возможность моделирования вариационных рядов распределения NPV и IRR. На основе этих рядов можно определить показатели, используемые при анализе рисков данного проекта, а именно:

- математическое ожидание NPV;
- вероятность отрицательного значения NPV;
- дисперсию IRR;
- корреляцию IRR различных проектов, подверженных влиянию одних и тех же случайных факторов.

Для удовлетворения информационной потребности, возникающей при анализе проекта, может применяться имитационное моделирование, позволяющее проводить компьютерные эксперименты для изучения проекта. Так, исследователем А.Г. Быковой [2] детально разработаны методические подходы к имитационному моделированию потока денежных средств проекта. Однако предложенные модели не рассчитаны на удовлетворение информационной потребности, возникающей при выборе одного из нескольких возможных проектов либо при поиске их наилучшего сочетания с учетом критериев доходности и риска. В данной статье исследуется возможность применения имитационного моделирования с целью получения информации не по одному проекту, а для набора различных проектов, подверженных влиянию одних и тех же рисков. Это позволяет:

- 1) *аналитику* дать комплексную оценку рисков проекта, в т.ч. во взаимосвязи с параллельным выполнением других проектов, и более надежно обосновать решения о выполнении проекта или отказе от него;
- 2) *инвестору* оптимизировать структуру инвестиционных вложений с учетом их доходности и риска;

3) *исследователю* воспроизвести поведение инвестора на рынке капитала (например, для обоснования эффективности государственных программ поддержки).

В связи с перечисленными задачами аналитику требуются данные о математическом ожидании и дисперсии NPV, а также о вероятности отрицательного NPV; инвестору — математическое ожидание и дисперсия IRR проекта, вероятность падения IRR ниже альтернативной стоимости капитала (равная вероятности отрицательного NPV), а также корреляция IRR различных проектов, необходимая для формирования инвестиционного портфеля с контролируемым уровнем дисперсии доходности; исследователю — все приведенные выше показатели. Предлагаемая нами имитационная модель обеспечивает потребность участников инвестиционной деятельности в вышеперечисленных показателях.

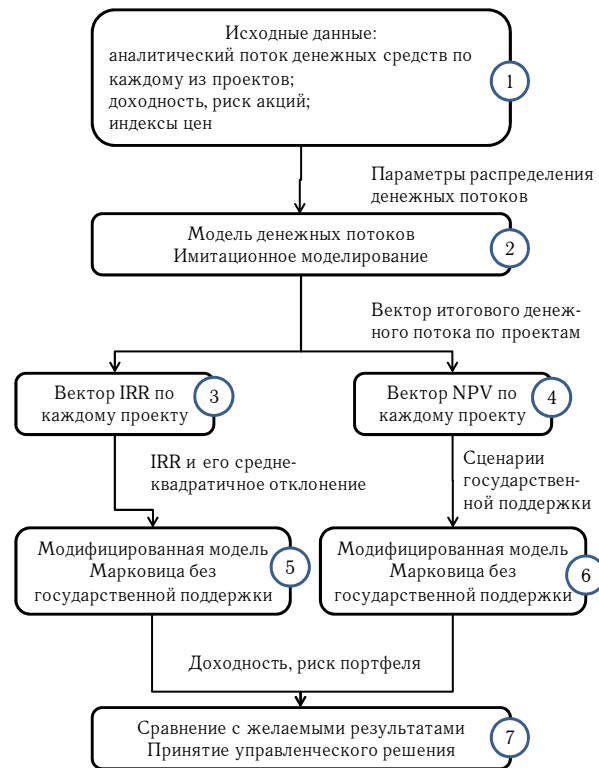


Схема информационных потоков воспроизведения поведения инвестора в

условиях господдержки

Самоустранение государства из процесса формирования инвестиционного климата России и ее регионов стало одним из ключевых факторов экономической катастрофы, постигшей отечественное сельское хозяйство [3, 4]. Одним из поводов к сокращению господдержки стала ее недостаточная результативность: механизмы ее предоставления не позволяют достичь существенного прогресса в формировании благоприятного инвестиционного климата в сельском хозяйстве и в АПК в целом. Отсюда потребность в создании новых механизмов и в оценке их результативности. Ценность инструментальных методов, разрабатываемых в статье, в большой мере обусловлена перспективами их применения для определения ожидаемых характеристик инвестиционных портфелей инвесторов, принимающих во внимание влияние государственной политики, направленной на снижение инвестиционных рисков. Последовательность решения этой задачи представлена на рисунке. Данная статья охватывает методику подготовки исходных данных и проведения экспериментов на модели, положенной на основу блоков 1–4 данной схемы. Блоки 5–8 рассмотрены в статье [1].

### Теоретические основы постановки компьютерных экспериментов

В предложенной нами модели денежный поток анализируемых проектов, используемый для определения показателей NPV и IRR, определяется по аналогии с подходом, используемым в [2], следующим образом:

$$CF_{pk} = x_{p1k} - \sum_{f \in F \setminus \{1\}} x_{pjk},$$

где  $p \in P$ ,  $k \in K$ ,  $f \in F$ ;  $K$  — множество периодов времени предстоящего функционирования анализируемых проектов;  $F$  — множество компонентов потоков ( $f = 1$ : поступления от продаж,  $f = 2$ : затраты на материалы и комплектующие,  $f = 3$ : общие издержки,  $f = 4$ : затраты на персонал,  $f = 5$ : налоги);  $x_{pjk}$  — значение элемента потока  $f$  по проекту  $p$  за период времени  $k$ ;  $P$  — множество проектов. В нашей работе исследованы три проекта: проект «Славянский» (приобретение оборудования по обработке риса-сырца,  $p = 1$ ), проект «Рыбоводческое хозяйство» (Развитие рыбоводческого комплекса,  $p = 2$ ) и проект «Село Ворошилова» (приобретение оборудования для переработки молока,  $p = 3$ ).

Каждую  $f$ -составляющую потока денежных средств можно интерпретировать как последовательность случайных величин, влияющих на итоговую оценку риска проекта. В связи с этим требуется информация о законе распределения вероятностей значений каждой составляющей. Для моделирования распределения вероятностей компонентов денежного потока в нашем исследовании используются два закона распределения вероятностей: нормальное и гамма-распределение.

Нормальное распределение применяется к случайным величинам, которые зависят от большого числа случайных факторов или представляют сумму достаточно большого количества независимых случайных величин. Согласно центральной предельной теореме Ляпунова, независимо от вида распределений взаимно независимых составляющих событий распределение результирующего события будет асимптотически приближаться к нормальному по мере увеличения числа составляющих событий.

Нормальное распределение допускает отрицательные значения случайной величины, в связи с чем для показателей затрат и выгод оно может быть лишь приближенной моделью действительного распределения. А.И. Орлов [7] сообщает, что адекватной моделью распределения величин спроса, как правило, является гамма-распределение. В предположении, что в некоторой окрестности фактического уровня спроса убывающая зависимость спроса от цены достаточно близка к линейной, распределение вероятностей цен также представляет собой гамма-распределение. Таким образом, даже не имея в достаточном объеме требуемых эмпирических данных, из теоретических соображений можно обоснованно предположить гамма-распределение каждого элемента затрат (при фиксированных объемах проектных закупок) и выручки от продажи определенного вида продукции (при фиксированных объемах продаж).

В нашем исследовании предполагается гамма-распределение общих издержек, затрат на персонал и налогов. На основании вышеприведенных аргументов аналогичным образом должны быть распределены затраты на материалы и комплектующие. Однако моделирование данного потока по гамма-распределению сталкивается с вычислительными трудностями. Большое значение эмпирически полученного параметра  $\beta$  функции

плотности гамма-распределения  $p(x) = \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\beta x}$ ,  $x \geq 0$  существен-

но усложняет вычисление обратной функции данного распределения. Поэтому для данного показателя выбрано нормальное распределение (после проверки на пренебрежимо малую вероятность отрицательных значений). По аналогичным причинам нормальное распределение принято для поступлений от продаж.

В данном исследовании соответствие компонентов денежных потоков одному из двух вышеуказанных законов распределения вероятностей – это гипотеза, рамками которой ограничена корректность получаемых выводов. Предлагаемые распределения в принципе могут быть заменены более точными моделями данных случайных величин. Для этого требуется создание системы мониторинга реализуемых в настоящее время проектов на базе инфраструктуры информационно-консультационных служб. Благодаря ей можно будет накопить эмпирические данные по составляющим потоков денежных средств и проверить гипотезы о соответствии эмпирических распределений вероятностей значений этих рядов

тому или иному теоретическому закону. Собранные данные окажутся полезными для решения не только указанной, но и многих других задач инвестиционного анализа и консультирования.

Параметрами нормального распределения являются математическое ожидание и стандартное отклонение случайной величины. Параметры гамма-распределения функционально зависят от этих же показателей. Значения компонентов потоков денежных средств исследуемых проектов, приводимые в проектной документации, в условиях неопределенности интерпретируются как математические ожидания соответствующих случайных величин. В отличие от математического ожидания, данных о стандартном отклонении значений потоков денежных средств бизнес-планы, как правило, не содержат. Предлагаемая нами имитационная модель нацелена на восполнение этого пробела в информационной базе риск-менеджмента инвестиционных проектов.

В связи с отсутствием требуемых данных в проектной документации возникает потребность в их восполнении на основе подходящих аппроксиматоров. В нашем исследовании принимается упрощающее предположение, согласно которому единственным источником вариации значений каждого  $f$ -компонента денежного потока ( $f = \overline{1;5}$ ) является вариация цен. Объемы покупок (продаж) предполагаются постоянными.

Это предположение, очевидно, смещает оценку стандартного отклонения значений компонента денежного потока на сторону меньших значений по сравнению с фактическим потоком. Однако данный подход согласуется с общим методологическим положением управления рисками, согласно которому предметом риск-менеджмента являются риски, поддающиеся выявлению, оценке и анализу. Мы предлагаем отнести источники вариации компонентов денежного потока, за исключением вариации цен, к числу рисков, не поддающихся анализу при современном уровне развития методологии риск-менеджмента и фактическом состоянии его информационной базы. Но для некоторых проектов могут существовать альтернативные источники данных о некоторых или всех компонентах денежного потока, позволяющие принять во внимание источники вариации, которые наш подход оставляет в стороне. Расчет стандартного отклонения на их основе не вносит никаких особенностей в разработанный нами инструментарий, но обеспечивает более надежную защиту от рисков благодаря его применению.

На основании предположения о неизменности факторов денежного потока, кроме цен, дисперсия значения компонента денежного потока, соответствующего заданному моменту времени выполнения проекта, вычисляется:

- для потока, обусловленного единственным видом продукции ( $f = 1$ ), – на основе данных о дисперсии цен на вид продукции, продажа которого формирует данный компонент денежного потока;
- для остальных потоков  $f = \overline{2;5}$  – на основе данных о дисперсии отклонений подходящего индекса цен от его тренда. Расчет откло-

нений от тренда позволяет устранить систематический компонент вариации цен, принимая во внимание при дальнейших расчетах только случайный компонент, который обуславливает ценовые риски проектов.

### Методика постановки компьютерных экспериментов

Дисперсия затрат и поступлений, образующих компоненты потока, рассчитывается по одной из нижеследующих формул:

$$D_{x_{pjk}} = \bar{D}_{pf} \cdot x_{pjk}^2, \quad f = 1, \quad p \in \{2; 3\}, \quad \text{или} \quad (1)$$

$$D_{x_{pjk}} = \bar{D}_{pf} \cdot y_{pjk}^2, \quad (f = 2; 5, \quad p \in P) \vee (f = 1, \quad p = 1),$$

где  $x_{pjk}$  – значение выручки (затрат) из  $f$ -компонента потока денежных средств проекта  $p$  за момент времени  $k$ , тыс.руб.;  $y_{pjk}$  – проектный объем продаж блага, образующего  $f$ -компонент потока денежных средств проекта  $p$ , в момент времени  $k$ , тыс.т.;  $D_{x_{pjk}}$  – дисперсия  $x_{pjk}$ , тыс.руб.<sup>2</sup>;  $\bar{D}_{pf}$  – дисперсия базисного индекса цен, соответствующего рассматриваемому  $f$ -компоненту потока денежных средств проекта  $p$ ;  $\bar{D}_{pf}$  – дисперсия цены блага, образующего  $f$ -компонент потока денежных средств проекта  $p$ , руб.<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>. Здесь  $f \in F, p \in P, k \in K$ .

В табл.1 приведены точечные оценки дисперсии цен продукции исследуемых проектов, применяемые для расчетов дисперсии значений, образующих первый компонент денежного потока каждого проекта – поступления от продаж.

Индексы цен, используемые в моделировании остальных компонентов денежных потоков, приведены в табл.2.

Продемонстрируем в табл.2 расчеты дисперсии значений, образующих все пять компонентов потока денежных средств, на примере проекта «Славянский» ( $p = 1$ ).

Таблица 1

Потребительские цены  
на продукцию анализируемых проектов, руб./кг

Вид продукции	Годы					$\bar{D}_{pf}$ , руб. <sup>2</sup> /кг <sup>2</sup> .
	2004	2005	2006	2007	2008	
Рыба живая и охлажденная	58,48	68,27	73,94	82,93	99,67	244,27
Молоко цельное разливное	25,00	–	16,91	22,32	23,77	12,71

Источник: [8], расчеты А.С. Архиповой.

Таблица 2

Индексы цен, используемые в модели

Показатель	$i$	Годы					Дисперсия индекса	Дисперсия индекса после снятия тренда $\bar{D}_{pf}$
		2002	2003	...	2008	2009		
Индекс потребительских цен за 1 кг риса шлифованного ( $p=1, f=1$ )	1	0,9997	1,012	...	1,01	0,99	0,000124	0,000121
Индексы цен производителей промышленных товаров ( $p = \bar{1}; 3, f \in \{2; 3\}$ )	2	1,1765	1,1254	...	0,93	1,14	0,011448	0,010105
Индекс темпа роста реальной заработной платы работников ( $p = \bar{1}; 3, f \in \{4; 5\}$ )	3	1,394	1,546	...	2,85	2,75	0,366276	0,010772

Источник: [8], расчеты А.С. Архиповой.

Например, при расчете дисперсии выручки за второй квартал года  $t$  следуем формуле  $\bar{D}_{11} \cdot x_{11(t;2)}^2$ , где  $\bar{D}_{11}$  – дисперсия индекса потребительских цен. Отсюда получаем

$$\frac{18260^2 (\text{тыс.руб.}^2)}{1000^2} \cdot 0,000121 = 0,041 (\text{млн руб.}^2).$$

Дисперсия выручки за другие кварталы рассчитывается аналогично с использованием соответствующего данному кварталу значения выручки из потока денежных средств, приведенного в проектно-сметной документации.

При расчете дисперсии затрат на материалы и комплектующие, а также дисперсии общих издержек использован индекс цен производителей промышленных товаров. Например,

дисперсия затрат на материалы и комплектующие за 2-й квартал  $= \bar{D}_{12} \cdot x_{12(t;2)}^2 = 20,028^2 (\text{млн руб.}^2) \cdot 0,010772 = 4,053 (\text{млн руб.}^2)$ ;  
дисперсия общих издержек за 2-й квартал  $= \bar{D}_{13} \cdot x_{13(t;2)}^2 = \frac{2069^2 (\text{тыс.руб.}^2)}{10^6} \cdot 0,010772 = 0,026 (\text{млн руб.}^2)$ .

При расчете дисперсии затрат на персонал и дисперсии налогов использован индекс темпа роста реальной заработной платы работников, а именно:

дисперсия затрат на персонал за 2-й квартал =  $\bar{D}_{14} \cdot x_{14(t;2)}^2 = 903^2 (\text{тыс.руб.}^2) \cdot 0,010105 = 8783,3 (\text{тыс.руб.}^2)$ ;  
 дисперсия налогов за 2-й квартал =  $\bar{D}_{15} \cdot x_{15(t;2)}^2 = 384,9^2 (\text{тыс.руб.}^2) \cdot 0,010105 = 1595,9 (\text{тыс.руб.}^2)$ .

Далее рассчитываются дисперсии компонентов потока денежных средств по формуле (1). Пример расчета приведен в табл.3.

Таблица 3

Дисперсия  $D_{x_{pjk}}$  компонентов потока денежных средств (на примере проекта «Славянский»,  $p = 1$ )

Показатель	$i$	1-й квартал, год $t$ , $k = (t;1)$	2-й квартал, год $t$ , $k = (t;2)$	...	1-й квартал, год $t+2$ , $k = (t+2;1)$	2-й квартал, год $t+2$ , $k = (t+2;2)$	...	1-й квартал, год $t+3$ , $k = (t+3;1)$	2-й квартал, год $t+3$ , $k = (t+3;2)$
Поступления от продажи шлифованного риса ( $f = 1$ )									
Значение из плана денежных средств, тыс.руб	1	0	18260	...	28000	28000	...	30000	30000
Дисперсия выручки, млн руб. <sup>2</sup>	1	0	0,041	...	0,095	0,095	...	0,109	0,109
Затраты на материалы и комплектующие ( $f = 2$ )									
Значение из плана денежных средств, млн руб.	2	0	20,028	...	19,8	20,13	...	19,8	20,1
Дисперсия затрат на материалы и комплектующие, млн.руб. <sup>2</sup>	2	0	4,053	...	3,9	4,1	...	3,9	4,1
Общие издержки ( $f = 3$ )									
Значение из плана денежных средств, тыс.руб	3	1612,5	2069	...	2297,25	2297,3	...	2297,2	2297,2
Дисперсия общих издержек, млн руб. <sup>2</sup>	3	0,026	0,026	...	0,026	0,026	...	0,026	0,026
Затраты на персонал ( $f = 4$ )									
Значение из плана денежных средств, тыс.руб	4	243	903	...	993,3	993,3	...	1072,8	1072,8
Дисперсия затрат на персонал, тыс.руб. <sup>2</sup>	4	636,1	8783,3	...	10627,8	10627,8	...	12396,3	12396,3
Налоги ( $f = 5$ )									
Значение из плана денежных средств, тыс.руб.	5	87,7	384,9	...	917,4	917,4	...	1018,9	1018,9
Дисперсия налогов, тыс.руб. <sup>2</sup>	5	82,9	1595,9	...	9066,4	9066,4	...	11183,0	11183,0

После определения параметров распределения формируются (с помощью генератора псевдослучайных чисел с требуемым распределением) случайные временные ряды с шагом в один квартал (как в проектной документации), описывающие каждый компонент денежных потоков всех проектов, закон распределения которых соответствует выбранному, а параметры – эмпирически установленным. Случайные ряды составляются в фиксированном масштабе цен первого квартала периода выполнения проекта, т.е. инфляционный компонент из вариации стоимостных значений исключен. В данном исследовании для каждого исследуемого компонента денежного потока генерируется по 10 тыс. случайных рядов (испытаний). В одном и том же испытании  $s$  величины обратных функций распределений, соответствующих случайным значениям  $x_{pjk}(s)$ ,  $f = 2; 5$ , при совпадающих  $f$  и  $k$  одни и те же для всех  $p \in P$ . Тем самым моделируется подверженность всех трех проектов действию одних и тех же случайных факторов внешней среды в один и тот же момент времени. Данная особенность модели отличает ее от моделей, рассмотренных в [2], и позволяет оценивать (в границах выполнимости предположений модели) корреляцию характеристик денежных потоков исследуемых проектов.

На основе каждого набора полученных таким образом рядов составляющих денежного потока вычисляется по 10 тыс. вариантов итогового денежного потока каждого проекта и соответствующие им значения показателей эффективности – NPV и IRR. Полученные значения сохраняются в базе данных «Результаты моделирования» для последующей статистической обработки.

### Результаты имитационного моделирования

Результат моделирования представлен вариационными рядами распределения NPV и IRR каждого из трех (в данном случае) проектов. Таким образом, аналитик или потенциальный инвестор получает в свое распоряжение полные данные, характеризующие риск проекта, на основе которых могут быть вычислены точечные либо интервальные оценки любых моментов распределения этих показателей. В качестве индикатора неблагоприятного результата реализации проекта в нашем исследовании принят отрицательный показатель чистой приведенной стоимости потока денежных средств, порождаемого проектом. В связи с этим риск проекта характеризуется вероятностью отрицательного NPV. Эта величина, вкупе с другими моментами распределения NPV и IRR, удовлетворяет информационную потребность специалиста по анализу проектов и управлению проектными рисками.

Для удовлетворения информационной потребности потенциального инвестора средние значения и среднеквадратичные отклонения IRR каждого проекта, а также корреляция IRR проектов используются при имитации поведения инвестора на основе модифицированной модели инвестиционного портфеля Г. Марковица [1]. IRR выступает в качестве пока-

Светлов Н.М., Архипова А.С. Имитационное моделирование в информационной системе проектного риск-менеджмента // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2012, №5, с.18–28.

зателя доходности проекта в составе инвестиционного портфеля. В модифицированной модели Марковица IRR, измеряемый в долях, соизмерим с доходностью ценных бумаг. Это позволяет моделировать инвестиционный портфель, включающий вложения как в реальные инвестиционные проекты, так и в ценные бумаги. Среднеквадратичное отклонение IRR проектов используется в той же модели в качестве меры риска.

Чтобы удовлетворить информационную потребность исследователя, изучающего влияние мер государственной поддержки на поведение инвесторов, в т.ч. на их склонность к вложениям в реальные сельскохозяйственные и агропромышленные проекты, в базу данных «Результаты моделирования» необходимо записать вариационные ряды показателей эффективности проектов как при отсутствии господдержки, так и при ее наличии (для различных уровней).

Государственная поддержка, направленная на компенсацию инвестиционных рисков, обеспечивает контроль над вероятностью отрицательного NPV, снижая ее до заданного уровня. Чтобы обеспечить снижение вероятности отрицательного NPV до величины  $k$ , требуется, используя средства государственной поддержки согласно моделируемым правилам компенсации ущерба, нанесенного проекту случайными неблагоприятными обстоятельствами, добиться того, чтобы вариационный ряд NPV проекта, построенный по результатам 10 тыс. испытаний, содержал  $10\,000 \cdot k$  отрицательных значений NPV.

В ходе компьютерных экспериментов в базе данных «Результаты моделирования» накапливаются показатели, необходимые для вычисления и последующего сравнения оптимальных (по Марковицу) инвестиционных портфелей в условиях наличия и отсутствия господдержки. Сравнение портфелей, составленных для разных уровней господдержки, позволяет дать оценку ее эффективности с точки зрения объема средств частного инвестора, которые перераспределяются с рынка ценных бумаг в пользу вложений в реальный сектор аграрной экономики. Этот прием позволяет судить о предполагаемом поведении инвестора в условиях мер государственной поддержки, предусматриваемых используемым вариантом модели.

Состав оптимальных инвестиционных портфелей, полученных при решении модифицированной модели Марковица при разных уровнях господдержки, также может быть сохранен в базе данных «Результаты моделирования». Затем данные, накопленные в базе, используются для построения таблиц и графиков, на основе которых, по сопоставлению модельных показателей оптимальных инвестиционных портфелей в условиях различных уровней господдержки с имеющимися финансовыми возможностями и желаемыми результатами, принимается управленческое решение. Инструментальное обеспечение данного этапа моделирования описано в [1].

Проведенные нами компьютерные эксперименты по определению риска проектов, предлагаемых к реализации в АПК Краснодарского края,

<http://svetlov.timacad.ru/sci/p265.pdf>

позволили определить нижеследующие показатели, характеризующие исследуемые проекты с точки зрения рискованности капиталовложения (табл.4). Наименьший уровень риска характерен для проекта «Рыбоводческое хозяйство», наибольший – для проекта «Село Ворошилова». Все три проекта оказываются весьма рискованными для реализации и, несмотря на удовлетворительные показатели эффективности, не могут претендовать на финансирование инвестором, не имеющим в своем портфеле менее рискованных вложений. Однако, как показано в [1], данные проекты оказываются достаточно привлекательными для включения в состав инвестиционных портфелей, содержащих, наряду с паевыми вложениями в проекты, акции крупных компаний. При наличии господдержки их доля в инвестиционном портфеле существенно возрастает.

Таблица 4

Оценка риска проектов по результатам имитационного моделирования

Показатель	Проект		
	«Славянский АПК»	«Рыбоводческое хозяйство»	«Село Ворошилова»
IRR по данным разработчиков проекта, %	7,38	6,85	6,44
Среднее расчетное IRR по всем испытаниям, %	7,70	7,01	6,81
Среднеквадратичное отклонение IRR, %	4,18	2,13	4,80
Вероятность отрицательного NPV, %	38,5	33,27	44,61

Методика определения риска проектов на основе имитационного моделирования, предложенная в данной работе, позволяет, опираясь на имеющиеся эмпирические данные о вариации цен либо их индексов, принимать более обоснованные инвестиционные решения, сопоставлять различные варианты инвестиционных портфелей, включающих прямые инвестиции в реальные проекты, давать оценку целесообразности выбранного размера вложений конкретного инвестора в конкретный портфель, аргументировать целесообразность и определять уровень государственной поддержки, направляемой на повышение инвестиционной привлекательности реальных проектов АПК.

#### Библиографический список

1. Архипова А.С., Светлов Н.М. Математическое моделирование в управлении инвестиционной привлекательностью АПК // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ).

Светлов Н.М., Архипова А.С. Имитационное моделирование в информационной системе проектного риск-менеджмента // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2012, №5, с.18–28.

- Краснодар: КубГАУ, 2012. № 2 (76). URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/10.pdf>.
2. *Быкова А.Г.* Имитационное моделирование управления рисками инвестиционных проектов: дис. ... канд. экон. наук. М., 2003. 164 с.
  3. *Гатаулин А.М., Гатаулина Е.А.* Некоторые аспекты совершенствования финансовой поддержки аграрного сектора экономики // Известия ТСХА. 2010. Вып. 3. С. 91–100.
  4. *Голубев А.В.* Парадоксы развития аграрной экономики России // Вопросы экономики. 2012. № 1. С. 115–126.
  5. *Землянский А.А.* Агропромышленный комплекс: вложения, информатизация. М.: Изд-во МСХА, 1998. 251 с.
  6. Методические указания по оценке эффективности инвестиционных проектов: 3-я редакция / Н.Г. Алешинская, П.Л. Виленский, В.И. Волков и др.; Институт системного анализа РАН, Центральный экономико-математический институт РАН и др. М., 2004. 221 с.
  7. *Орлов А.И.* Математика случая: Вероятность и статистика – основные факты. М.: МЗ-Пресс, 2004. 110 с.
  8. Федеральная служба государственной статистики. Центральная база статистических данных. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi#1>

<http://svetlov.timacad.ru/sci/p265.pdf>

### **Simulation modeling in the information system of projects risk management**

*Nikolai M. Svetlov, Anastasia S. Arkhipova (Russian State Agricultural University – MTAА named after K.A.Timiryazev)*

The possibility of computer simulations application is argued to satisfying the information demand of investment portfolio risk analysis in the cases when real projects shares are included in the portfolio. The necessary data set, characterizing the projects risk, is made available by the simulation cash flow model, which generates variational series of each project's NPV and IRR. The empirical base of the model consists of the project feasibility study materials, data on project-specific prices variation and aggregated price indices. The instrumental methods, based on the proposed model, allow making decisions about capital investment as well as about forms and amount of state support aimed at improving investment attractiveness of the agro-industrial complex.

Keywords: investment risk evaluation, portfolio investments, cash flow, computer simulation.

### **References**

1. *Arkhipova A.S.* Matematicheskoe modelirovanie v upravlenii investitsionnoy privilekatelnostyu APK / A.S. Arkhipova, N.M. Svetlov // Polimaticheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). Krasnodar: KubGAU, 2012. № 2(76). URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/10.pdf>.
2. *Bykova A.G.* Imitatsionnoe modelirovanie upravleniya riskami investitsionnykh projektov: dis. ... kand. ekon. nauk. M., 2003. 164 s.
3. *Gataulin A.M., Gataulina E.A.* Nekotorye aspekty sovershenstvovaniya finansovoy podderzhki agrarnogo sektora ekonomiki // Izvestiya TSKhA. 2010. Vyp. 3. S. 91–100.
4. *Golubev A.V.* Paradoksy razvitiya agrarnoy ekonomiki Rossii // Voprosy ekonomiki. 2012. № 1. S. 115–126.
5. *Zemlyanskiy A.A.* Agropromyshlennyy kompleks: vlozheniya, informatizatsiya. M: Izd-vo MSKHA, 1998. 251 s.
6. Metodicheskie ukazaniya po ocenke effektivnosti investitsionnykh projektov: 3-ya redakciya / N.G. Aleshinskaya, P.L. Vilenskiy, V.I. Volkov i dr.; Institut sistemnogo analiza RAN, Tsentral'nyj ekonomiko-matematicheskij institut RAN i dr. M., 2004. 221 s.
7. *Orlov A.I.* Matematika sluchaya: Veroyatnost i statistika – osnovnye fakty. M.: MZ-Press, 2004. 110 s.
8. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Tsentralnaya baza statisticheskikh dannyykh. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi#1>.