

УДК 330.45:336.648.8

UDC 330.45:336.648.8

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬЮ АПК**

**MATHEMATICAL SIMULATION IN MANAGEMENT OF INVESTMENT ATTRACTION OF AGRO INDUSTRIAL COMPLEX**

Архипова Анастасия Сергеевна  
*аспирант*

Arkhipova Anastasia Sergeevna  
*postgraduate student*

Светлов Николай Михайлович  
д.э.н., профессор. кафедры экономической кибернетики  
*РГАУ – МСХА им. Тимирязева, Москва, Россия*

Svetlov Nikolay Mikhajlovich  
Dr.Sci.Econ., professor of the department of Cybernetics  
*Russian State Agricultural University - Moscow Agricultural Academy n.a. K.A. Timiryazev (MTAA), Moscow, Russia*

Разработано алгоритмическое обеспечение инструментальных средств поддержки принятия решений по вопросам использования госбюджета на мероприятия, которые обеспечивают повышение конкурентоспособности АПК на рынке капитала за счёт снижения инвестиционных рисков. Определены параметры господдержки на примере ряда проектов, рекомендуемых для выполнения в АПК Краснодарского края

A set of routines is developed for decision support systems in the area of state budget financing of activities, which are aimed at improving competitiveness of agro-industrial complex in financial markets via reducing investment risks. The parameters of the state support for a set of projects recommended for implementation in the Krasnodar region are estimated

Ключевые слова: ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ, ПОРТФЕЛЬНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ, МОДЕЛЬ МАРКОВИЦА, ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Keywords: INVESTMENT ATTRACTION, PORTFOLIO INVESTMENTS, MARKOWITZ MODEL, COMPUTER SIMULATION

Для обеспечения устойчивого развития отраслей АПК необходим действенный организационно-экономический механизм, сочетающий государственное и рыночное регулирование, сбалансированную ценовую и финансово-кредитную политику. Чтобы российская аграрная экономика могла полностью реализовать свой потенциал, необходимо формировать благоприятную среду для притока капитала на обширных территориях. Без этого не удастся поднять инвестиционную привлекательность АПК, учитывая длительный срок окупаемости вложений и высокие риски производства.

Цель данной статьи – обосновать вариант решения проблемы инвестиционной привлекательности (ИП) АПК, состоящий в применении математического моделирования для разработки мер государственного воздействия на уровень инвестиционных рисков, и представить результаты его апробации на материале инвестиционных проектов, предлагаемых к

реализации в АПК Краснодарского края. Этот вариант основывается на трёх новых для данной предметной области идеях: принятие решений на основе моделирования поведения инвестора; применение имитационных моделей инвестиционных проектов в качестве источника данных об их рисках; использование полученных данных для включения реальных инвестиций в модель инвестиционного портфеля Г. Марковица. Рассмотренные в нашей работе инструменты могут быть элементами региональной политики, направленной на формирование положительного имиджа Краснодарского края как инвестиционно привлекательной территории.

Инвестиционная привлекательность региона в отечественной науке наиболее полно исследована на уровне отдельного предприятия (рис 1). Работы данного направления позволяют судить об ИП отрасли, обобщая оценки, полученные для предприятий.

	Уровень предприятия	Региональный уровень
Факторы ИП	[3,8] – характеристики проектов [1,2] – мотивация	[4] – специализация [5] – маркетинговый потенциал подкомплекса [6] – объём внутренних инвестиционных ресурсов, темп роста прибыли и объёмов производства, доля убыточных предприятий [7] – уровень развития наукоёмких технологий
Пути повышения ИП	[3,8] – инновации [1,2] – вложения в человеческий капитал	[4] – концентрация ресурсов в наиболее перспективном подкомплексе АПК [5] – маркетинг продукции [6] – технологическое и социальное развитие, финансовое оздоровление [7] – инновации, технопарки, венчурное финансирование

Рис 1. Факторы и пути повышения инвестиционной привлекательности АПК.

В работе [9] ИП рассматривается преимущественно на уровне отдельного предприятия. Её автором разрабатываются концептуальные основы формирования инновационно-инвестиционной модели развития предприятий аграрной сферы, способной обеспечить рост их инвестицион-

ного потенциала. В числе причин низкой инвестиционной привлекательности отмечаются дисбаланс развития отраслей АПК, резкая дифференциация сельскохозяйственных предприятий по финансовому состоянию, нарастание интеграционных процессов при ослаблении регулирующей роли государства на рынке инвестиционного капитала. Автор предлагает подход к оценке инвестиционной привлекательности предприятия на основе комбинированного использования показателей чистого дохода, чистой текущей стоимости проекта и дисконтированного срока окупаемости инвестиций.

Схожий подход к проблеме ИП можно найти в работе [4], а также в [1], где, кроме того, обеспечение комплексной инвестиционной стратегии рассматривается с точки зрения эффективной мотивации персонала, системы моральных и материальных стимулов. Человеческий капитал как фактор инновационной конкурентоспособности также представлен в работе [3].

Альтернативный подход к исследованию ИП состоит в ее рассмотрении с точки зрения региональной политики управления. Так, в [5] разработана методика определения наиболее инвестиционно привлекательных объектов АПК как приоритетов регионального развития. Обоснованы методические подходы к определению инвестиционной привлекательности в виде интегрального показателя, позволяющего судить о приоритетных направлениях региональной специализации и более рационально использовать средства федерального бюджета. Показано, что определение перспективной специализации АПК региона позволит проводить единую агропромышленную политику, концентрировать финансовые и технические ресурсы в наиболее эффективных отраслях производства и категориях хозяйств. Эти меры повысят конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность агропромышленного сектора региона.

В [7] рекомендации автора заключаются в выявлении факторов, влияющих на ИП регионального АПК: объем внутренних инвестиционных ресурсов, темпы изменения прибыли и объемов производства, доля убыточных предприятий в общем их количестве. Факторы соизмеряются на основе балльной оценки, ИП представляется агрегированным показателем. В качестве приоритетных направлений её повышения автор выделяет подъём технического и технологического уровня АПК, социальное развитие села, финансовое оздоровление сельскохозяйственных организаций, формирование информационного банка инвестиционных возможностей, связанных с техническим перевооружением АПК, развитием информационной бизнес-среды и кадрового потенциала.

Автор работы [6] на примере Алтайского края исследует проблему ИП, основываясь на маркетинговом подходе. Маркетинговые исследования служат отправной точкой расчёта перспективных параметров развития молочнопродуктового подкомплекса Алтайского края с учетом потенциальной емкости рынка молочной продукции. Отсюда выводится объём инвестиций, которые могут быть привлечены в край с выгодой для инвестора.

Привлечение инвестиций в различные отрасли экономики с точки зрения развития наукоемких технологий рассматривается в работе [8]. В ней показано, что инновационная активность, наряду с развитием технопарков и венчурных фондов, способствует развитию благоприятного инвестиционного климата в регионе.

Факторы, изученные в перечисленных работах, содействуют повышению доходности и снижению рисков. Однако в условиях большого отставания конкурентоспособности АПК на рынке капитала сохраняется актуальность государственного вмешательства для компенсации неустраняемых рисков, обусловленных самой природой сельского хозяйства. Поскольку уровень рисков, наряду с доходностью, является резуль-

тирующим показателем всех других факторов и прямо влияет на мотивацию инвестора, можно ожидать, что сравнительно небольшие суммы господдержки, направленной на снижение рисков частного инвестора, позволят привлечь в сектор значительные вложения.

Возможности подходов к исследованию ИП, описанных выше, ограничиваются тем обстоятельством, что влияние тех или иных её факторов на поведение инвесторов остаётся не вполне определённым, а эффект мероприятий, приводящих к повышению критериев инвестиционной привлекательности – предположительным. Подход, предлагаемый в нашем исследовании, предполагает воспроизведение поведения инвестора в условиях осуществления мероприятий по повышению ИП, заключающихся в направлении средств государственной поддержки на снижение уровня инвестиционных рисков в АПК. Эта мера может рассматриваться в качестве временной: её актуальность обусловлена тем, что институт коммерческого страхования не решает проблему снижения инвестиционных рисков вследствие неразвитости рынка страховых услуг и наличия более привлекательных бизнес-альтернатив для страховщиков, нежели страхование рисков инвестиционных проектов в АПК.

Предлагаемая нами модель поведения инвестора в условиях господдержки основана на базовом в современной портфельной теории подходе к определению оптимального портфеля, предложенном Г. Марковицем. Модель Марковица формализует процесс принятия инвестиционного решения в виде задачи отыскания оптимального распределения средств по предлагаемым инвестиционным проектам. В результате определяется оптимальный набор финансовых инструментов, совокупный риск которого существенно меньше в сравнении с риском отдельных его составляющих.

Согласно цели нашего исследования, портфель, включающий реальные инвестиции в проекты, предлагаемые к реализации в АПК Краснодарского края, должен достичь конкурентоспособности по сравнению с вло-

жениями в другие отрасли промышленности за счёт частичной компенсации проектных рисков в рамках мероприятий по государственной поддержке АПК. Критерием конкурентоспособности служит одновременное выполнение двух условий: доходность портфеля должна достичь рентабельности активов в других отраслях, а риск составленного портфеля должен быть ниже рисков альтернативных вложений. Учитывая, что, по Марковицу, снижение риска предполагает снижение доходности, требуется составить и рассчитать оптимальный с точки зрения конкурентоспособности инвестиционный портфель, включающий вложения как в реальные проекты, так и в ценные бумаги, в условиях государственной поддержки. Для обоснования её размеров разрабатываются варианты компенсации проектных рисков, различающиеся уровнем нагрузки на бюджет и степенью снижения риска. По соотношению доходности и риска в полученном оптимальном портфеле можно сделать вывод о конкурентоспособности исследуемых проектов АПК в борьбе за привлечение капитала по сравнению с другими отраслями промышленности.

Для целей нашего исследования теоретическая модель Марковица дополнена переменными, отражающими реальные инвестиции в форме долей вложения в каждый реальный проект в общей стоимости портфеля. Наряду с исходными данными о ценных бумагах, интересующих инвестора [9], в этом случае требуются следующие данные о проектах: размер инвестиций по каждому проекту; доходность проекта в форме, сопоставимой с доходностью ценных бумаг (IRR); мера риска – среднее квадратическое отклонение IRR; коэффициенты корреляции доходности проектов.

Определение двух последних показателей требует разработки вспомогательной имитационной модели потока денежных средств каждого инвестиционного проекта в условиях рисков, подлежащих компенсации. Эта же модель же используется в качестве источника данных о величине IRR, скорректированной на условия рискованной ситуации. Непосредственно из

бизнес-плана проекта при формировании модели оптимального портфеля мы используем только размер инвестиций.

В качестве критерия оптимальности выбран минимум риска портфеля при заданном целевом уровне доходности. В результате решения модели появляется возможность улучшить условия инвестирования, придав совокупности анализируемых компонентов портфеля такие инвестиционные характеристики, которые недостижимы с позиции отдельно взятого компонента и возможны только при их комбинации.

Как показало изучение проектной документации, сложившаяся практика инвестиционного анализа пренебрежительно относится к анализу рисков. Используется описательный подход без разработки конкретных мер по снижению рисков. Это приводит к разрыву между выявленными и действительными рисками инвестиционной деятельности в АПК. Отсюда недоверие потенциальных инвесторов к инвестиционным проектам, реализуемым в данном секторе, основанное на обобщении большого практического опыта.

Чтобы дать количественную оценку риска, мы основывались на том, что понятие «риск» всегда подразумевает вероятностный характер исхода, при этом чаще всего имеется в виду вероятность получения неблагоприятного результата, который в проектном риск-менеджменте можно выразить отрицательным показателем чистой приведенной стоимости, т.е.  $NPV < 0$ . В связи с этим в качестве показателя риска проекта мы приняли вероятность отрицательного  $NPV$ . Для её определения используется имитационное моделирование денежного потока по методу Монте-Карло при вариации случайных параметров проекта. В целом имитационная модель может быть представлена соотношениями  $NPV = f_1(\mathbf{v})$ ,  $IRR = f_2(\mathbf{v})$ , где  $\mathbf{v}$  – вектор случайных параметров, включающий поступления от продаж, затраты на материалы и комплектующие, общие издержки, затраты на персонал, нало-

ги. Остальные параметры проекта предполагаются известными достоверно и, следовательно, постоянными.

Имитационная модель используется следующим образом. Генерируется достаточно большое количество случайных вариантов вектора  $\mathbf{v}$  (в нашем случае 10 тыс.), для каждого из которых рассчитываются NPV и IRR всех проектов (в данном исследовании – трёх) в отсутствие государственной финансовой поддержки. Затем для каждого проекта определяется доля отрицательных NPV — оценка его риска, определяющая условия господдержки. Далее происходит подготовка исходных данных о проектах для модели Марковица: рассчитываются среднее значение IRR, стандартное отклонение IRR и парные коэффициенты корреляции IRR проектов. Наконец, рассчитываются значения IRR проектов для каждого случайного вектора  $\mathbf{v}$  при каждом исследуемом уровне господдержки. На их основе также определяются среднее значение IRR каждого проекта, его стандартное отклонение и коэффициенты парной корреляции IRR проектов, которые поступают в модель Марковица. Полученный с её помощью оптимальный портфель, обеспечивающий доходность не ниже альтернативных вариантов инвестирования, трактуется как результат вероятного поведения инвестора в условиях господдержки, направленной на снижение его рисков.

В нашем исследовании в результате компьютерного эксперимента мы получили достаточно высокие вероятности отрицательного NPV по всем проектам, при этом среднее эмпирическое значение IRR незначительно отличается от планового (табл. 1). Причина различия состоит в асимметричном распределении общих издержек, затрат на персонал, налогов, подчиненных гамма-закону.

Таблица 1. ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА И ДОХОДНОСТИ АНАЛИЗИРУЕМЫХ

Показатели	Проекты		
	ООО «Славянский АПК»	Рыбоводческое хозяйство	ООО «Село Ворошилова»
Плановое значение IRR, %	7,38	6,85	6,44
Среднее расчетное IRR по всем испытаниям, %	7,70	7,01	6,81
Вероятность получения отрицательного NPV, %	38,5	33,27	44,61

Данные табл. 2 дают основания для вывода о существенном влиянии государственного страхования, за счет которого доля реальных инвестиций в портфеле возрастает с 19,89% до 20,36%. Государственная поддержка в размере 2,343 млн.руб., соответствующая второй строке таблицы, позволяет привлечь в аграрные проекты 6,51 млн. руб. капитала. Таким образом, рубль государственных затрат обеспечивает привлечение 2,78 руб. частных инвестиций в реальный сектор экономики, в данном случае, в агроиндустрию<sup>1</sup>.

Таблица 2. СТРУКТУРА СМОДЕЛИРОВАННОГО ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИЙ НА СУММУ 50 МЛН. РУБ., ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ДОХОДНОСТЬ 12%

№ п/п	Кол-во оставшихся отрицательных значений NPV после страхования (по каждому из проектов), %	Сумма государственной поддержки, млн. руб.	Объем инвестиций по проектам, млн.руб.	Объем инвестиций по акциям, млн.руб.
1	0	2,343	16,423	33,577
2	10	2,204	16,152	33,848
3	20	2,022	15,813	34,187
4	30	1,826	15,402	34,598
5	40	1,616	14,958	35,042
6	50	1,402	14,469	35,531
7	Без страхования	-	9,913	40,087

<sup>1</sup> Ещё более высокая оценка привлечения частного капитала на рубль господдержки, ранее опубликованная в [1], не получила подтверждения в дальнейших исследованиях, поскольку основывалась на завышенных оценках проектных рисков.

Общая тенденция изменения реальных инвестиций и суммарного объема государственной поддержки в зависимости от её условий представлена на рис. 2.

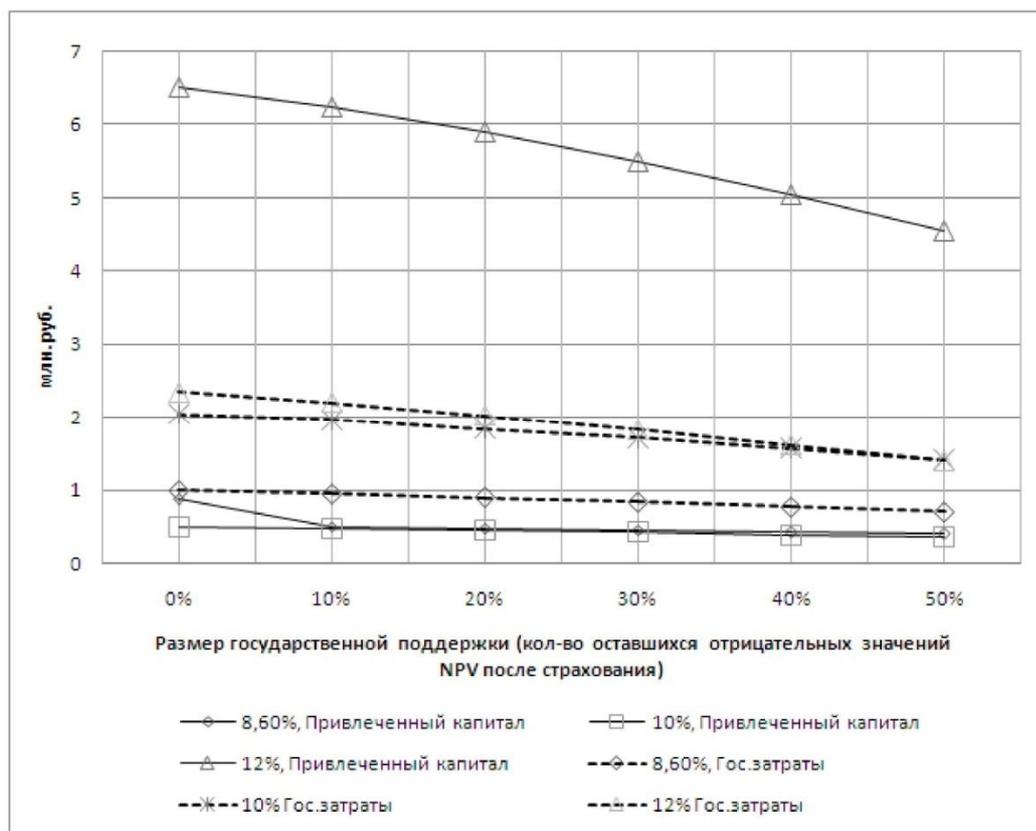


Рис. 2. Зависимость государственных затрат и привлеченного частного капитала от размера господдержки реальных проектов при стоимости портфеля 50 млн. руб.

Рассматриваемая в работе частичная компенсация инвестиционных рисков за счёт средств государственной поддержки вкпе с разработанным модельным инструментарием обеспечивает снижение риска инвестирования капитала и одновременное достижение необходимого уровня минимальной доходности, которая сопоставима со средней доходностью в промышленности. Тем самым обеспечивается конкурентоспособность инвестирования в АПК. Однако это преимущество обеспечено определенными государственными затратами, уровень которых зависит от желаемого снижения риска по проектам. Выбор соотношения «риск инвестиций – госу-

дарственные затраты» зависит от лица, принимающего решения, которое, в свою очередь, ориентируется на стратегические приоритеты аграрной политики и на отдачу от господдержки, выражающуюся как в снижении риска, так и в росте доходности, в сравнении с другими сферами экономики.

### Литература

1. Архипова А.С., Светлов Н.М. Информатизация управления стимулами к вложению капитала // Экономика сельского хозяйства России, 2011, №3, с. 72-75.
2. Берлин С.И. Методологические аспекты инвестиционной привлекательности // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 3 – С. 23-25.
3. Ермоленко Д.В. Человеческий капитал в фокусе инвестиционной привлекательности социально-экономической системы // Научный журнал КубГАУ. – 2008. - №41(7) – с. 148-159.
4. Захарова Н. А. Инвестиционная привлекательность сельскохозяйственного предприятия : Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 : Воронеж, 2004. – 179 с.
5. Зуев С.А. Инвестиционная привлекательность продуктовых подкомплексов АПК : На примере Пермской области : дисс. ... к. э. н. : 08.00.05. Челябинск-Пермь, 2002. – 173 с.
6. Ковалева И.В. Инвестиционная привлекательность молочнопродуктового подкомплекса АПК (теория, методология, практика) : Дис. ... д.э.н. : 08.00.05. М., 2008. – 375 с.
7. Наролина Ю.В. Повышение инвестиционной привлекательности АПК региона : дисс. ... к. э. н. : 08.00.05. Воронеж, 2007. – 192 с.
8. Степанова Н.Р., Макарова С.В. От инновационной активности к инвестиционной привлекательности корпорации // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12 – С. 510-511
9. Фалькович Е.Б. Повышение инвестиционной привлекательности предприятий АПК : дисс. ... к. э. н. : 08.00.01, 08.00.05. Воронеж, 2005. – 186 с.
10. Markowitz H. Portfolio selection // Journal of Finance, 1952, vol. 7, № 1, 77 – 91.