

---

## **К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ**

---

**Тютюников Александр Александрович,**

кандидат экономических наук, доцент кафедры информационного обеспечения и моделирования агроэкономических систем Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I; tytnn@rambler.ru

**Котарева Алена Олеговна,**

ассистент кафедры управления и маркетинга в АПК Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I; alena-kotareva@rambler.ru

В статье рассматриваются вопросы применения имитационных моделей при оценке эффективности и риска инвестиционных проектов, осуществляемых в сельскохозяйственных предприятиях.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование инвестиционных проектов, эффективность инвестиций, инвестиционные риски, привлекательность инвестиционного проекта, метод Монте-Карло.

В современной теории фирмы принято выделять две базовые модели развития предприятия: классическую и инновационную. Классическая модель развития фирмы – это традиционное, рутинное расширение воспроизводства в расчете на максимальную отдачу производственных факторов при имеющемся стабильном спросе. Напротив, модель инновационного развития предприятия предполагает поиск новых путей развития посредством реализации концепции возрастающей эффективности на основе инвестиционных бизнес-процессов, носящих рисковый характер. Данная модель предполагает инновационные изменения путем планирования и реализации прямых инвестиционных проектов. Отличительная черта данной модели заключается в том, что на начальной стадии ее осуществления формируется активная инновационная идея, которая впоследствии детально прорабатывается в бизнес-плане и воплощается на практике путем реализации инвестиционного проекта.

Любой инвестиционный проект, как правило, имеет следующие черты:

1) инвестиции обычно предполагают значительные финансовые затраты;

2) отдача от инвестиций может быть получена в течение некоторого числа лет в будущем;

3) в прогнозировании результатов инвестиционного проекта присутствуют элементы риска и неопределенности.

Вышеперечисленные черты обуславливают необходимость проведения анализа на осуществимость инвестиционного проекта, или т. н. «предынвестиционной фазы», в составе которой можно выделить следующие этапы:

1. Поиск инвестиционных концепций.
2. Анализ альтернативных инвестиционных проектов.
3. Разработка бизнес-плана инвестиционного проекта.
4. Разработка финансового плана инвестиционного проекта.
5. Оценка инвестиционного проекта.

На последних трех этапах предынвестиционной фазы особенную значимость приобретает прогностический инструментарий аналитика, так как именно здесь он сталкивается с необходимостью учитывать влияние риска и неопределенности на промежуточные и конечные результаты инвестиционного проекта. Как правило, для решения данной задачи аналитики используют усредненные величины стохастических факторов, а также используют сценарный подход, описывая реализацию проекта в условиях «пессимистичного», «оптимистичного» и «среднего» прогноза, при этом зачастую не уделяя должного внимания оценке вероятности исходов или оценивая их при помощи экспертных методик. По этой причине возникает целый ряд проблем. Адекватен ли долгосрочный прогноз, основанный на усредненном значении наблюдаемого временного ряда? Учитывает ли прогноз возможность катастрофических колебаний стохастических факторов? Можно ли учесть в бизнес-плане описываемого инвестиционного проекта опосредованное влияние динамики уже реализуемых на предприятии проектов или осуществляемых производств?

В условиях сельскохозяйственного производства данные проблемы наиболее остры: во-первых, на производственную деятельность влияет широкий спектр стохастических факторов, от природно-климатических до ценовых; во-вторых, размах вариации этих факторов достаточно широк; в-третьих, сельскохозяйственное предприятие, как правило, представляет собой несколько взаимосвязанных сельскохозяйственных производств, которые будут также тесно связаны с инвестиционным проектом, например, технологически или конкурентно – в процессе распределения земельных, материально-денежных и трудовых ресурсов.

По нашему мнению, одним из направлений совершенствования аналитической и плановой работы в процессе инвестиционного проектирования является использование автоматизированных информационных систем (далее – АИС), позволяющих получить оценки эффективности и риска инвестиционного проекта на основе многократных имитаций стохастических

прогнозов развития проекта, в частности, и предприятия, реализующего проект, в целом.

Авторами данного исследования была разработана подобная АИС на основе использования табличного процессора MS Excel 2010, имеющего широкий спектр инструментов для автоматизации многовариантных экономических расчетов, проведения статистического анализа и реализации макропрограмм в среде VBA. Для проведения статистического анализа могут также использоваться надстройка StatPlus for Excel или пакет Statistica.

Информационно-логическая схема предлагаемой АИС для оценивания эффективности и рисков инвестиционного проекта в сельскохозяйственном предприятии приведена на рис. 1.



Рис. 1. Информационно-логическая схема АИС для оценки эффективности и рисков инвестиционного проекта в сельскохозяйственном предприятии

Каждый блок данной модели оформляется в виде электронной таблицы, связанной с другими с помощью ссылок. Блоки исходных данных характеризуют текущую ситуацию на сельскохозяйственном предприятии; по набору показателей они имеют сходство с некоторыми формами производственно-финансового плана, например «Землепользование», «Производство и себестоимость продукции растениеводства», «Производство и себестоимость продукции животноводства», «Движение поголовья животных и птицы», «Финансовые результаты деятельности и предприятия» и т.п. Наиболее важными являются технико-экономические показатели: данные о сложившейся структуре посевных площадей, погектарные нормативы затрат в растениеводстве (возможна разбивка по статьям), фактическая или плановая питательность кормов, данные о структуре стада сельскохозяйственных животных и структуре рациона их кормления, нормативы затрат в расчете на одну структурную голову и т.д.

В блоке исходных данных по инвестиционному проекту главенствующую

роль играет инвестиционный план – попериодный график осуществления инвестиций с разбивкой по их видам. Также в данном блоке закладываются математически формализованные плановые эффекты предполагаемых инвестиций и алгоритмы их проявления.

В блоке имитации вероятностных факторов при помощи методик анализа временных рядов и генерации псевдослучайных чисел реализуются прогнозы различных стохастических величин на протяжении горизонта планирования. К таким величинам в сельскохозяйственном производстве могут относиться: урожайность культур, продуктивность скота, цены реализации продукции и вариации инвестиционных эффектов.

Имитация прогноза хозяйственной деятельности предприятия поэтапно происходит на основе информации, заложенной в блоках исходных данных, и прогнозов поведения стохастических величин, полученных в блоке имитации вероятностных факторов. В первую очередь имитируется оборот стада и плановое производство животноводческой продукции. Далее с учетом потребности животноводства в кормах собственного производства моделируется распределение площади пашни под посевы кормовых и продовольственных культур. На следующем этапе происходит имитация производства растениеводческой продукции на основе стохастических прогнозов урожайности. На основе прогноза производства кормов корректируется прогноз производства животноводческой продукции. На заключительном этапе прогнозируется реализация сельскохозяйственной продукции и денежные потоки с учетом затрат на мероприятия, проводимые в рамках инвестиционного проекта.

Важным механизмом данного блока является непрерывное моделирование влияния инвестиционных мероприятий на имитацию прогноза хозяйственной деятельности. Например, реализация инвестиционного проекта в животноводстве приведет к изменениям в обороте стада и уровне продуктивности животных; в кормопроизводстве – к снижению затрат и потерь при производстве кормов, а также увеличению коэффициента их конверсии; в производстве зерна – к повышению урожайности и снижению себестоимости единицы продукции и т.п. Однако при этом может случиться так, что рост затрат, связанных с реализацией инвестиционного проекта, может повлечь за собой убытки и финансовую несостоятельность предприятия.

В блоке прогноза денежных потоков предприятия ежегодно моделируются операционный, инвестиционный и финансовый потоки, возникающие в процессе функционирования предприятия и реализации инвестиционного проекта. В блоке оценки проекта по текущему прогнозу рассчитываются общепринятые показатели оценки эффективности инвестиционных проектов, а также выбирается ряд некоторых показателей индикаторов (производство продукции в рамках проекта, прибыль и т.п.).

Модуль экспериментов по методу Монте-Карло, задействующий простейший макрос MS Excel типа «copy-paste», позволяет быстро перерасчитывать прогнозы хозяйственной деятельности предприятия и фикси-

ровать показатели из блока оценки проектов для каждого из варианта.

В блоке оценки проекта по всей совокупности прогнозов пользователь АИС анализирует результаты эксперимента Монте-Карло при помощи инструментов статистического и визуального анализа, а также с результатами экспериментов по альтернативным проектам или исходным данным.

Разработанная авторами данного исследования АИС была апробирована при оценке инвестиционного проекта развития молочного скотоводства в ООО «Ермоловское» Лискинского района Воронежской области. Данное предприятие имеет молочно-свекловичную производственную специализацию, поголовье молочного стада КРС составляет 500 голов со среднегодовой продуктивностью 5 142 кг молока в физическом весе. Небольшой размер земельных угодий предприятия (2 734 га пашни, 419 га сенокосов и 73 га пастбищ), а также низкая продуктивность естественных кормовых угодий обуславливают возникновение серьезной конкуренции между посевами фуражного и товарного назначения в структуре посевных площадей в случае дальнейшего наращивания производства молока. Один из инвестиционных проектов развития молочного скотоводства ООО «Ермоловское» оценивался на горизонте планирования 10 лет (2012–2021 гг.) и предполагал следующие мероприятия: постепенную замену молочного на импортный племенной скот голштинской и симментальской пород с генетическим потенциалом продуктивности по молоку 8-9 тыс. кг в год и 6,5-7 тыс. кг соответственно; перевод скота на круглогодичное безвыпасное содержание и роботизированное доение; переход на автоматизированную выпойку телят; переход на инновационные технологии кормопроизводства и приведение машинно-тракторного предприятия в соответствие с ними (табл. 1).

В качестве планируемых эффектов инвестиций были приняты: повышение продуктивности скота (в результате как обновления стада, так и перехода на роботизированную систему доения), снижение затрат на оплату труда, сокращение использования кормового молока и ускорение процесса выпойки телят, повышение конверсии грубых и сочных кормов, повышение их питательности, сокращение потерь кормов при заготовке, хранении и потреблении, снижение их страховых фондов.

В блоке имитации вероятностных факторов на основе статистических данных с 1996 по 2011 г. были смоделированы стохастические прогнозы урожайности кормовых и продовольственных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в ООО «Ермоловское». На основании результатов экспоненциального сглаживания временных рядов была получена картина колебаний урожайности культур в течение рассматриваемого периода. При помощи визуального анализа колебаний урожайности (метод «тепловой карты») и расчёта корреляций колебаний урожайности отдельных культур была разработана стохастическая модель прогноза урожайности для трех групп культур: зерновых (пшеница, рожь, ячмень, горох), кормовых (однолетние и многолетние травы) и пропашных (сахарная свекла, подсолнечник и кукуруза) (табл. 2).

Таблица 1

Потребность в капитальных вложениях для реализации инвестиционного проекта развития молочного скотоводства в ООО «Ермоловское»

Год	Единица измерения	Приобретение							
		Импортный племенной скот	Установки для роботизированного доения Lely Astronaut A4	Системы автоматизированной выпойки телят Lely Calm	Смесители-раздатчики сочных, грубых и зеленых кормов Siloking Compact	Обмотчик рулонов сена Lely Attis 130	Прицеп-самопогрузчик для заготовки сенажа Claas Quantum	Упаковщик силоса и сенажа в рукава AG-BAGGER G6700	Итого по проекту
2012	млн руб.	7,92	6,93	1,49	1,32	0,56	1,62	2,31	22,15
2013	млн руб.	7,92	6,93	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00	16,34
2014	млн руб.	7,92	6,93	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00	16,34
2015	млн руб.	7,92	6,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,85
2016	млн руб.	7,92	6,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,85
2017	млн руб.	7,92	6,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,85
2018	млн руб.	7,92	6,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,85
2019	млн руб.	11,88	13,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,74
2020	млн руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	млн руб.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого	млн руб.	67,32	62,37	4,46	1,32	0,56	1,62	2,31	139,96
	шт.	510	9	9	2	1	1	1	

Таблица 2

Стохастическая модель ежегодного прогноза урожайности полевых культур в ООО «Ермоловское»

№	Прогноз урожайности	Вероятность
1	Очень плохой для всех культур	1/16
2	Очень хороший для всех культур	1/16
3	Хороший для всех культур	2/16
4	Средний для всех культур	4/16
5	Плохой для зерновых и кормовых, хороший для пропашных	5/16
6	Плохой для пропашных, хороший для зерновых и кормовых	3/16

Каждый из вариантов прогноза обуславливает меру отклонения стохастического прогноза урожайности от базового прогноза, полученного по методике экспоненциального сглаживания. Например, «очень плохой прогноз»

обозначает снижение урожайности на 25-50% (с равномерным распределением корректирующего коэффициента) от базового, полученного на прогнозируемый период в результате экспоненциального сглаживания; «плохой прогноз» – снижение на 0-25%, «хороший прогноз» – повышение на 0-25%, «очень хороший прогноз» – повышение на 25-50%, «средний прогноз» обуславливает вариацию колебания в рамках  $\pm 10\%$ . При этом для каждой культуры моделируется собственное колебание, даже в рамках одного прогноза: например, при хорошем прогнозе для зерновых культур повышение урожайности озимой пшеницы может составлять 20%, а ячменя – 5%.

По результатам эксперимента Монте-Карло был получен массив из 10 000 вариантов наблюдений по 36 экономическим и финансовым показателям, 34 из которых приведены в динамике за 10 лет. Наиболее часто при оценке эффективности инвестиционных проектов используются показатели чистого дисконтированного дохода (ЧДД или NPV) и индекса рентабельности инвестиций (PI). Графики плотностей и функций распределения суммарного ЧДД по инвестиционному проекту и по исходному варианту (без каких-либо инвестиций) свидетельствуют в пользу принятия решения об осуществлении проекта (рис. 2).

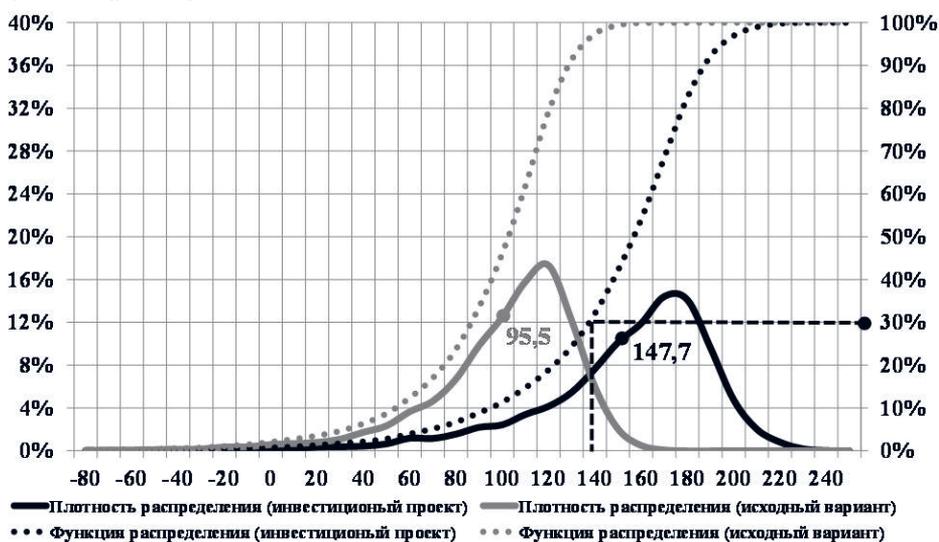


Рис. 2. Плотности и функции распределения суммарного ЧДД по результатам эксперимента Монте-Карло, млн руб. (функции распределения отложены по правой оси)

Среднее значение суммарного ЧДД по проекту в 1,5 раза выше аналогичного показателя исходного варианта (147,7 млн руб. против 95,5 млн руб.); а вероятность того, что суммарный ЧДД проекта окажется ниже исходного – всего 30%. Однако для взвешенного принятия решения можно проанализировать экспериментальные показатели индекса рентабельности инвестиций, а также показатели, характеризующие финансовую устойчивость предприятия (рис. 3 и табл. 3).

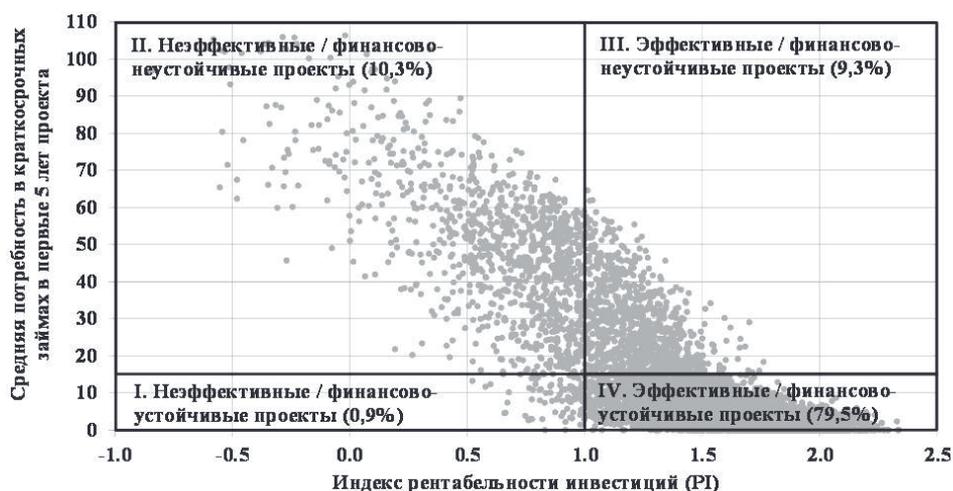


Рис. 3. Диаграмма доходности и финансовой устойчивости проекта по результатам эксперимента Монте-Карло (по вертикальной оси – млн руб.)

Согласно статистике индекса рентабельности инвестиций в 11,20% испытаний проект не будет эффективным ( $PI \leq 1$ ). Помимо этого, еще 9,27% исходов хотя и будут эффективными, но грозят серьезным ослаблением финансовой устойчивости предприятия (в качестве порога нарушения финансовой устойчивости нами была принято значение среднегодовой потребности предприятия в краткосрочных заемных средствах в течение 5 первых лет реализации проекта в размере, равном 15 млн руб.)

Таблица 3

Оценка рисков инвестиционного проекта

Вариант прогноза	Интервал PI	Вероятность	
Пессимистичный прогноз		20.47%	20.47%
Умеренный прогноз	(1.0;1.1]	1.13%	12.06%
	(1.1;1.2]	1.91%	
	(1.2;1.3]	3.33%	
	(1.3;1.4]	5.69%	
Средний прогноз	(1.4;1.5]	9.06%	58.96%
	(1.5;1.6]	11.38%	
	(1.6;1.7]	14.23%	
	(1.7;1.8]	14.42%	
Оптимистичный прогноз	(1.8;1.9]	9.87%	8.51%
	(1.9;2.0]	5.22%	
	(2.0;2.1]	2.10%	
	(2.1;2.2]	0.92%	
	> 2.2	0.27%	

Таким образом, риск неудачи проекта составляет почти 20,47%. Диапазон «безопасных исходов» разделен на 3 части – умеренный прогноз (вероятность – 12,06%, интервал PI (1,0; 1,4]), средний прогноз (вероятность – 58,96%, интервал PI (1,4; 1,9]) и оптимистичный прогноз (вероятность – 8,51%, значение PI > 1,9). Разница суммарного ЧДД по предлагаемому

проекту и исходному варианту, а также высокая вероятность реализации положительных прогнозов свидетельствуют в пользу принятия решения о запуске предполагаемого проекта, однако сравнительно высокая вероятность ситуации, при которой предприятие может стать неплатежеспособным, требует принятия дополнительных мер по обеспечению финансовой безопасности в рамках реализации проекта.

Список источников

1. Глухов, В.В. Математические методы и модели для менеджмента: учеб. пособие [текст] / В.В. Глухов, М.Д. Медников, С.Б. Коробко. – СПб.: «Лань», 2007.

2. Лычкина, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие [текст] / Н.Н. Лычкина. – М.: ИНФРА-М, 2012.

3. Финансовый бизнес-план: учеб. пособие [текст] / Под ред. действ. члена Акад. инвестиций РФ, д-ра экон. наук, проф. В.М. Попова. – М.: Финансы и статистика, 2002.

---

## **APPLICATION OF SIMULATION MODELING METHOD IN ESTIMATING EFFICIENCY AND RISK OF CAPITAL INVESTMENT PROJECT**

---

**Tiutiunikov Alexander Aleksandrovich,**

Ph.D of Economics, Associate Professor of the Information Application and Modeling of Agroeconomic Systems department, Voronezh State Agricultural University after Emperor Peter I; tyttn@rambler.ru

**Kotareva Alyona Olegovna,**

Teaching assistant of the Agricultural Management and Marketing department, Voronezh State Agricultural University after Emperor Peter I; alena-kotareva@rambler.ru

The article discusses the use of simulation models in evaluating the effectiveness and risk of investment projects in agriculture.

**Keywords:** simulation modeling of capital investment project, return of investment, investment risk, attraction of capital investment project, Monte Carlo method.