

**A.A. Zaitsev, N.D. Dmitriev**

## **ASSESSMENT OF POTENTIAL RISKS OF INVESTMENT PROJECT IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX APPLYING MONTE-CARLO METHOD**

**Andrey Zaitsev** – dean, the Faculty of Management, Institute of Law and Business, Doctor of Economics, St. Petersburg; e-mail: [andrey\\_z7@mail.ru](mailto:andrey_z7@mail.ru).

**Nikolay Dmitriev** – candidate for a master's degree in Financial Management of Enterprise, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg; e-mail: [ndmitriev1488@gmail.com](mailto:ndmitriev1488@gmail.com).

*Investment risks represent one of the main problems arising in the process of implementing complex projects in agro-industrial complex under dynamic environment. We introduce a simulation model to assess the level of possible risks. The use of mathematical methods will enable us to give both qualitative and quantitative assessment of the risk level, which will contribute to making an objective decision regarding the implementation of an investment project or finding possible alternatives.*

**Keywords:** agro-industrial business; investment risks; Monte Carlo method; potential risks assessment; simulation model, investment project.

**А.А. Зайцев, Н.Д. Дмитриев**

## **ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА В АПК МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО**

**Андрей Александрович Зайцев** – декан факультета управления ЧОУ ВО «Институт правоведения и предпринимательства», доктор экономических наук, г. Санкт-Петербург; e-mail: [andrey\\_z7@mail.ru](mailto:andrey_z7@mail.ru).

**Николай Дмитриевич Дмитриев** – магистрант 2-го курса направления «Финансовый менеджмент организации», Санкт-Петербургский государственный экономический университет, г. Санкт-Петербург; e-mail: [ndmitriev1488@gmail.com](mailto:ndmitriev1488@gmail.com).

*Инвестиционные риски являются одной из основных проблем, возникающих в процессе реализации сложных проектов в АПК в условиях динамической окружающей среды. В данной статье предложена имитационная модель, позволяющая оценить уровень возможных рисков. Использование математических методов позволит дать качественную и количественную оценку уровня риска, что повлияет на принятие объективного решения по поводу реализации инвестиционного проекта или поможет определиться с его возможными альтернативами.*

**Ключевые слова:** предприятие агропромышленного комплекса; инвестиционные риски; метод Монте-Карло; оценка потенциальных рисков; имитационная модель; инвестиционный проект.

Любые инвестиционные вложения экономических ресурсов в долгосрочной перспективе должны преследовать цели получения доходов в будущем. Именно объём инвестиционных вложений является основным фактором в процессе разработки и реализации инвестиционных проектов. Инвестиционный процесс в данном

случае заключается в проведении предварительного анализа, ведении инвестиционного мониторинга, осуществлении корректировок инвестиционных проектов в процессе его реализации и последующей ликвидации.

Одним из главных составляющих элементов при осуществлении инвестици-

онного процесса является анализ возможных рисков и их последующая оценка. Риск, в свою очередь, зависит от окружающей внешней среды и ее динамики. В ходе реализации проекта необходимо оценить наступление возможных негативных последствий для организации. Особой формой риска при разработке инвестиционных проектов является инвестиционный риск, который заключается в обесценивании инвестированного капитала, угрозе его полной или частичной потери в условиях неопределенности.

Проведение оценки инвестиционных проектов позволяет отбраковать неэффективные проекты и произвести сравнение альтернативных проектов для более рационального распределения ресурсов. Для расчета количественных оценок используют числовые значения возможных уровней риска. При невозможности задать точные параметры оценки можно найти примерные интервалы колебаний отдельных показателей. Одним из таких методов является метод имитационного моделирования Монте-Карло, суть которого заключается в разработке множества возможных сценариев динамики показателей. И результатом анализа инвестиционного риска выступают вероятности.

Данный метод активно применяется в европейской практике, однако отечественные компании не используют его при оценке инвестиционных проектов в достаточной степени, хотя его востребованность в настоящее время намного выше с учетом роста неопределенности и динамичности развития инвестиционных процессов.

Сущность метода имитационного моделирования Монте-Карло заключается в проведении анализа чувствительности, а также распределении различных факторов исследуемой модели с учетом вероятности их наступления. В отличие от стандартной методики оценки инвестиционных проектов путем построения отдельных сценариев (базовый, оптимистический, пессимистический), в методе Монте-Карло происходит случайное генерирование множества комбинаций факторов, что позволяет уже на стадии планирова-

ния учесть неопределенность экономической среды в будущем.

В общем смысле алгоритм метода имитационного моделирования Монте-Карло заключается в реализации этапов, рассмотренных Джекелом Питером [7]:

1) построение взаимосвязей между исходными и выходными показателями, отраженное математическим уравнением или неравенством;

2) определение законов распределения вероятностей для основных параметров модели;

3) реализация процесса имитации значений основных параметров заданных показателей, используя компьютерные технологии;

4) произведение подсчета базовых характеристик распределений исходных и выходных показателей;

5) подведение результатов и анализа, на основе которых делается окончательное решение.

В данной научной статье предложено проанализировать применение метода имитационного моделирования Монте-Карло на примере внедрения инвестиционного проекта на предприятии агропромышленного комплекса. Особенности и необходимость интенсификации инвестиционных процессов в аграрной сфере подробно описаны в монографии А.Э. Сагайдака «Приоритетные направления инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве» [5].

Для исследования было выбрано стандартное предприятие, ведущее хозяйственную деятельность в данной сфере, которое планирует закупить технологический комплекс, позволяющий производить продукты сельскохозяйственного назначения в больших объемах. Выберем следующие условия задачи:

- пусть инвестиционные вложения на приобретение указанных технологий составят 6 миллионов рублей;

- срок реализации проекта составит 8 лет, первый год заключается в осуществлении инвестиционных вложений и установке оборудования, второй и последующие годы – в непосредственном производстве;

- ставка дисконтирования равна 10%.

Предположим, что цена и издержки будут постоянными. Тогда главным показателем, который будет подвержен изменениям, будет количество покупателей продукции. Информация по инвестиционному проекту представлена в табл. 1.

В данной таблице приведен стандартный сценарий развития инвестиционного проекта в компании, а также произведены расчеты основных показателей. Выполним динамические оценки потенциальной эффективности инвестиционного проекта, как это показано в работе «Инвестиционный анализ» [4]. Соответственно, плановые показатели по окончании инвестиционного проекта будут следующими (табл. 2).

На этом обычно заканчиваются классические формы расчетов потенциальной эффективности инвестиционных проектов в АПК. Однако ориентир только на рассмотренный сценарий не является рациональным, так как имеется возможность произвести более качественный анализ всех вероятностей последствий реализации проекта.

Рассмотрим возможности методов имитационного моделирования Монте-Карло. С помощью программы «Microsoft Excel» в табл. 3 построена имитационная модель по показателю «Покупатели про-

дукции».

В данной имитации рассмотрены возможные изменения только одного показателя ( $Q$  – количество покупателей), как было указано в условии. Однако данную модель можно использовать для нахождения каждого показателя в отдельности с построением возможных имитаций, что весьма усложняет процесс, но дает более полную картину относительно возможных рисков.

После построения имитационной модели необходимо произвести ее дисконтирование. По условию, ставка дисконтирования равна 10%, а проект реализуется в течении 8 лет, значит, данные будут иметь вид, представленный в табл. 4. Отдельно стоит отметить внутреннюю норму доходности, расчёт которой невозможно осуществить, если чистая текущая стоимость будет меньше 0.

Как видно из таблицы, для получения прибыли необходимо реализовать свой товар более 17 покупателям. Однако для того, чтобы проект смог выдержать внутреннюю норму доходности больше ставки дисконтирования в 10%, необходимо реализовать свою продукцию более, чем 23 покупателям. Данные показатели меньше планируемых, так что у предприятия имеется весьма большой запас прочности.

С помощью описательной статистики

*Таблица 1*

**Основные показатели по инвестиционному проекту (план)**

Первоначальные инвестиции	6000000 рублей
Цена одной поставки	120000 рублей
Покупатели	30 компаний
Выручка	3600000 рублей
Постоянные затраты	500000 рублей
Переменные затраты	350000 рублей
Ежегодная прибыль	2750000 рублей
Налог (20%)	550000 рублей
Чистая прибыль	2200000 рублей
Срок окупаемости	2 года 6 месяцев

*Таблица 2*

**Динамические показатели эффективности инвестиционного проекта**

Чистая текущая стоимость (NPV), руб.	5736837,64
Дисконтированный индекс доходности (DPI)	1,96
Дисконтированный срок окупаемости (DPP), лет	4,352
Внутренняя норма доходности (IRR)	21%

**Проведение имитационного моделирования**

<b>Р</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>FC</b>	<b>VC</b>	<b>Прибыль</b>	<b>Налог</b>	<b>Чистая прибыль</b>
120000	1	120000	500000	11666,667	-391666,67	0	-391666,6667
120000	2	240000	500000	23333,333	-283333,33	0	-283333,3333
120000	3	360000	500000	35000	-175000	0	-175000
120000	4	480000	500000	46666,667	-66666,667	0	-66666,66667
120000	5	600000	500000	58333,333	41666,667	8333,3333	33333,33333
120000	6	720000	500000	70000	150000	30000	120000
120000	7	840000	500000	81666,667	258333,33	51666,667	206666,6667
120000	8	960000	500000	93333,333	366666,67	73333,333	293333,3333
120000	9	1080000	500000	105000	475000	95000	380000
120000	10	1200000	500000	116666,67	583333,33	116666,67	466666,6667
120000	11	1320000	500000	128333,33	691666,67	138333,33	553333,3333
120000	12	1440000	500000	140000	800000	160000	640000
120000	13	1560000	500000	151666,67	908333,33	181666,67	726666,6667
120000	14	1680000	500000	163333,33	1016666,7	203333,33	813333,3333
120000	15	1800000	500000	175000	1125000	225000	900000
120000	16	1920000	500000	186666,67	1233333,3	246666,67	986666,6667
120000	17	2040000	500000	198333,33	1341666,7	268333,33	1073333,333
120000	18	2160000	500000	210000	1450000	290000	1160000
120000	19	2280000	500000	221666,67	1558333,3	311666,67	1246666,667
120000	20	2400000	500000	233333,33	1666666,7	333333,33	1333333,333
120000	21	2520000	500000	245000	1775000	355000	1420000
120000	22	2640000	500000	256666,67	1883333,3	376666,67	1506666,667
120000	23	2760000	500000	268333,33	1991666,7	398333,33	1593333,333
120000	24	2880000	500000	280000	2100000	420000	1680000
120000	25	3000000	500000	291666,67	2208333,3	441666,67	1766666,667
120000	26	3120000	500000	303333,33	2316666,7	463333,33	1853333,333
120000	27	3240000	500000	315000	2425000	485000	1940000
120000	28	3360000	500000	326666,67	2533333,3	506666,67	2026666,667
120000	29	3480000	500000	338333,33	2641666,7	528333,33	2113333,333
120000	30	3600000	500000	350000	2750000	550000	2200000
120000	31	3720000	500000	361666,67	2858333,3	571666,67	2286666,667
120000	32	3840000	500000	373333,33	2966666,7	593333,33	2373333,333
120000	33	3960000	500000	385000	3075000	615000	2460000
120000	34	4080000	500000	396666,67	3183333,3	636666,67	2546666,667
120000	35	4200000	500000	408333,33	3291666,7	658333,33	2633333,333
120000	36	4320000	500000	420000	3400000	680000	2720000
120000	37	4440000	500000	431666,67	3508333,3	701666,67	2806666,667
120000	38	4560000	500000	443333,33	3616666,7	723333,33	2893333,333
120000	39	4680000	500000	455000	3725000	745000	2980000
120000	40	4800000	500000	466666,67	3833333,3	766666,67	3066666,667
120000	41	4920000	500000	478333,33	3941666,7	788333,33	3153333,333
120000	42	5040000	500000	490000	4050000	810000	3240000
120000	43	5160000	500000	501666,67	4158333,3	831666,67	3326666,667
120000	44	5280000	500000	513333,33	4266666,7	853333,33	3413333,333
120000	45	5400000	500000	525000	4375000	875000	3500000
120000	46	5520000	500000	536666,67	4483333,3	896666,67	3586666,667
120000	47	5640000	500000	548333,33	4591666,7	918333,33	3673333,333
120000	48	5760000	500000	560000	4700000	940000	3760000
120000	49	5880000	500000	571666,67	4808333,3	961666,67	3846666,667
120000	50	6000000	500000	583333,33	4916666,7	983333,33	3933333,333

Таблица 4

**Дисконтирование имитационной модели**

<b>Q</b>	<b>NPV</b>	<b>DPI</b>	<b>DPP</b>	<b>IRR</b>
1	-8089512,76	-0,35	-	-
2	-7511562,42	-0,25	-	-
3	-6933612,08	-0,16	-	-
4	-6355661,75	-0,06	-	-
5	-5822169,13	0,03	-	-
6	-5359808,86	0,11	-	-
7	-4897448,59	0,18	-	-
8	-4435088,32	0,26	-	-
9	-3972728,04	0,34	-	-
10	-3510367,77	0,41	-	-
11	-3048007,5	0,49	-	-
12	-2585647,23	0,57	-	-
13	-2123286,96	0,65	-	-
14	-1660926,69	0,72	-	-
15	-1198566,42	0,80	-	-
16	-736206,151	0,88	-	-
17	-273845,881	0,95	-	-
18	188514,3896	1,03	8,65	0,78%
19	650874,6601	1,11	7,89	2,65%
20	1113234,931	1,19	7,28	4,47%
21	1575595,201	1,26	6,77	6,24%
22	2037955,472	1,34	6,34	7,97%
23	2500315,742	1,42	5,96	9,67%
24	2962676,012	1,49	5,65	11,33%
25	3425036,283	1,57	5,36	12,97%
26	3887396,553	1,65	5,11	14,58%
27	4349756,824	1,73	4,89	16,17%
28	4812117,094	1,80	4,69	17,74%
29	5274477,365	1,88	4,52	19,29%
<b>30</b>	<b>5736837,6</b>	<b>1,96</b>	<b>4,35</b>	<b>20,82%</b>
31	6199197,906	2,03	4,20	22,33%
32	6661558,176	2,11	4,06	23,84%
33	7123918,447	2,19	3,94	25,32%
34	7586278,717	2,26	3,83	26,80%
35	8048638,988	2,34	3,72	28,27%
36	8510999,258	2,42	3,63	29,72%
37	8973359,529	2,50	3,54	31,17%
38	9435719,799	2,57	3,45	32,61%
39	9898080,07	2,65	3,37	34,04%
40	10360440,34	2,73	3,29	35,46%
41	10822800,61	2,80	3,22	36,88%
42	11285160,88	2,88	3,15	38,29%
43	11747521,15	2,96	3,09	39,69%
44	12209881,42	3,04	3,03	41,09%
45	12672241,69	3,11	2,97	42,48%
46	13134601,96	3,19	2,92	43,87%
47	13596962,23	3,27	2,88	45,26%
48	14059322,5	3,34	2,83	46,64%
49	14521682,77	3,42	2,79	48,01%
50	14984043,05	3,50	2,75	49,38%

Описательная статистика полученной модели

Показатели	NPV	DPI	DPP	IRR
Среднее	3636655,022	0,60610917	4,367285845	0,262369879
Стандартная ошибка	957798,6318	0,159633105	0,275631042	0,025270948
Медиана	3656216,418	0,609369403	3,825863874	0,268016291
Стандартное отклонение	6772659,076	1,128776513	1,583379786	0,145170543
Дисперсия выборки	4,58689E+13	1,274136415	2,507091547	0,021074487
Экссесс	-1,179962858	-1,179962858	0,703152712	-1,156084476
Асимметричность	-0,015603802	-0,015603802	1,200811618	-0,106463219
Интервал	23073555,81	3,845592634	5,905877516	0,48604575
Минимум	-8089512,761	-1,348252127	2,745762712	0,00779377
Максимум	14984043,05	2,497340508	8,651640228	0,49383952
Сумма	181832751,1	30,30545852	144,1204329	8,658206
Счет	50	50	33	33
Уровень надежности (95,0%)	1924768,413	0,320794735	5,614420592	0,051475236

в пакете анализа «Microsoft Excel» необходимо также провести анализ параметров, перечисленных в табл. 5. (Подробно методы описательной статистики описаны в работах [1; 6].)

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что среднее NPV проекта будет составлять 3636655 рублей, средний DPI будет равен 1,66, средний DPP составит 4 года и 4 месяца, а средний IRR будет 26,24%. С вероятностью в 95% показатели NPV не опустятся ниже 1924768 рублей, уровень рентабельности не опустится ниже 32,08%, срок окупаемости не превысит 5,5 года, а IRR не будет ниже 5%. Следовательно, данный проект является жизнеспособным и даже при наличии рисков – эффективным.

Таким образом, с помощью метода имитационного моделирования были оценены возможные риски от реализации инвестиционного проекта. Проект оказался прибыльным, и его реализация возможна. Предложенный подход также можно использовать для оценки вероятности получения прибыли аграрными предприятиями в будущем году. Это позволит более тонко скорректировать среди них распределение средств государственной поддержки, что, как показано в работах [2; 3], особенно важно в настоящее время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин К.В., Рукосуев А.В. Общая теория статистики. М.: Дашков и К<sup>о</sup>, 2017. 312 с.

2. Зайцев А.А. Рентные проблемы импортозамещения в аграрном секторе экономики РФ // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 5. С. 25–29.

3. Зайцев А.А. Государственная поддержка аграрного производства РФ в условиях экономических санкций // Проблемы и пути социально-экономического развития: город, регион, страна, мир: V Международная науч.-практич. конф. СПб.: Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина, 2015. С. 112–119.

4. Кузнецов Б.Т. Инвестиционный анализ: учебник и практикум для академического бакалавриата, 2-е изд. М.: Юрайт, 2018. 361 с.

5. Сагайдак А.Э., Кургизова Н.П. Приоритетные направления инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве: монография. М. –Берлин: Директ-Медиа, 2017. 107 с.

6. Фролов А.В. Методы описательной статистики в Excel: методические рекомендации. Бийск: Изд-во Алтайского государственного технического университета, 2015. 29 с. URL: <http://irbis.bti.secna.ru/doc5/2015-21.pdf> (дата обращения: 23.04.2018).

7. Jackel Piter. Monte Carlo Methods in Finance // Джекел Питер. Применение методов Монте-Карло в финансах. М.: Интернет-Трейдинг, 2004. URL: <http://www.insurance-institute.ru/content/jekel.pdf> (дата обращения: 23.04.2018).