

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.16:658.155:332.2

УЧЁТ ФАКТОРОВ РИСКА В РАСЧЁТАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ  
ACCOUNTING RISK FACTORS IN COUNTS OF IRRIGATION EFFICIENCY

**В.И. Ольгаренко<sup>1</sup>**, доктор технических наук, член-корреспондент РАН,  
Заслуженный деятель науки РФ, профессор

**И.Ф. Юрченко<sup>2</sup>**, доктор технических наук, главный научный сотрудник

**В.Иг. Ольгаренко<sup>3</sup>**, научный сотрудник

**И.В. Ольгаренко<sup>1</sup>**, доктор технических наук, доцент

**V.I. Olgarenko<sup>1</sup>, I.F. Yurchenko<sup>2</sup>, V. Ig. Olgarenko<sup>3</sup>, I.V. Olgarenko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова –  
филиал Донского государственного аграрного университета

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации  
имени А. Н. Костякова

<sup>3</sup>Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

<sup>1</sup>Novocherkassk Engineering Institute of reclamation named after A.K. Kortunov. –  
a branch of the Don State Agrarian university

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation  
named after A.N. Kostyakov

<sup>3</sup>Russian Research Institute of Land Reclamation problems

В статье обоснован новый методологический подход по оценке факторов риска при определении эффективности реализации как отдельных мелиоративных мероприятий, так и технологических процессов в орошаемых хозяйствах различной формы собственности, а также при разработке новых инвестиционных проектов мелиоративных систем, обеспечивающий учёт возможных отклонений фактической эффективности от их расчётных значений и защиту хозяйственного субъекта от возможных финансовых потерь. На основе качественной оценки методом анализа чувствительности и методами количественного анализа, включающими сценарный анализ эффективности и математическое моделирование (метод Монте-Карло), установлены значения рисков в расчётах эффективности операционных затрат для вновь разработанного режима орошения картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона. Адаптация указанных методов к определению вероятности достижения эффективности плановых и проектных решений в сфере мелиорации показала возможность повышения действенности осуществляемых затрат за счёт учёта последствий принимаемых решений. Развитие практики учёта факторов риска в расчётах эффективности орошения повысит мотивацию совершенствования теоретических подходов в связи с их востребованностью, а наличие систематизированных фактографических данных обеспечит им должное обоснование за счёт возможности широкой проверки теории практикой, что обусловлено использованием в разработанном методе информационных технологий и коммерческих программных продуктов, дающие существенные преимущества, по сравнению с другими методами.

In the article the new methodological approach to assess the risk factors in determining the effectiveness of the implementation of both the individual reclamation measures and technological processes in the irrigated farms of different forms of ownership is concerned, as well as the development of new investment projects of reclamation systems, providing accounting of possible deviations of actual effectiveness from their calculated values and the protection of the economic subject from possible financial losses is observed. On the basis of a qualitative assessment by the sensitivity analysis and quantitative analysis methods, including scenario analysis and the effectiveness of mathematical modeling (Monte Carlo method), set is the value of risks in the calculation of efficiency of operating costs for newly developed irrigation regime potato year period landing on the floodplain of the Lower Don Lands. The adaptation of these methods to the determination of the probability of achieving the efficiency of planning and design

solutions in the field of land reclamation has shown the ability to increase the effectiveness of ongoing costs due account of the consequences of decisions. Development of accounting risk practices in the calculation of effectiveness, efficiency of irrigation will increase the motivation of improving theoretical approaches in connection with their demand for, and availability of systematic factual data provide them with due justification due to the possibility of a broad test practice theory, due to the use in the developed method of IT and commercial software products that provide significant advantages over other methods.

**Ключевые слова:** теория, методология, факторы риска, эффективность орошения, технологии, экономический риск, математическое моделирование, метод Монте-Карло.

**Key words:** theory, methodology, risk factors, irrigation efficiency, technology, economic risk, mathematical modeling, Monte Carlo method

При реализации технологий на мелиорируемых землях существуют риски снижения планируемого уровня эффективности мелиораций, вызванные климатическими и природными аномалиями, изменениями законодательства, конкуренцией и ряда других факторов [1, 11]. Однако используемые в настоящее время в области мелиорации теория и нормативно-методическая база для оценки экономической отдачи предлагаемого мероприятия не учитывают возможности отклонения фактической эффективности от расчетной [3]. Опыт адаптации общей теории и методов определения вероятности достижения плановых и проектных решений к специфике деятельности в сфере мелиораций показал возможность повышения надёжности расчётов эффективности мелиоративных инвестиционных проектов за счёт учёта ожидаемых последствий [8, 9, 10, 11–15].

**Материалы и методы.** Методические аспекты учёта факторов риска в расчётах эффективности орошения изучались на примере оценки эффективности внедрения новой технологии управления орошением сельскохозяйственных культур [5] и, в частности, картофеля летнего срока посадки, разработанной специалистами ФГБНУ «РосНИИПМ» по результатам НИР [6, 7].

Совокупная коммерческая экономическая эффективность возделывания картофеля на орошении, определяемая по размеру дисконтированного чистого дохода, полученного от внедрения новой технологии, согласно стандартной методике [3], исчислялась по зависимости (1) для двух шагов периода реализации: первый – предвегетационный и вегетационный периоды; второй – послевегетационный:

$$ДЧД = \sum_m (Ц - C)_m \cdot \alpha_m,$$

где ДЧД – дисконтированный чистый доход, определяемый как дисконтированное сальдо приростного денежного потока за расчётный период, руб.;  $\sum_m (Ц - C)_m \cdot \alpha_m$  – сальдо денежного

потока на m-м шаге расчётного периода; Ц – стоимость продукции, руб.; C – себестоимость продукции, отражающая совокупные затраты в основные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы для внедрения новых технологий и техники, руб.  $\alpha_m$  – коэффициент дисконтирования, а сумма распространяется на все шаги расчётного периода; m – количество лет рассматриваемого периода.  $\alpha_m = 1/(1 + E)^m$ , где E – ставка дисконтирования.

Выявление перечня возможных рисков для достижения расчётных параметров эффективности (зависимость (1)) выполнялось методом качественного анализа, включающего экспертные оценки и аналогии. Ранжирование факторов риска по степени влияния на результат осуществлялось на основе анализа чувствительности ДЧД к изменению отдельно взятого фактора при фиксированных значениях всех остальных.

Численные значения рисков устанавливались на основе количественного анализа методами сценарного анализа эффективности операционных затрат и математиче-

ского моделирования (метод Монте-Карло) с привлечением специализированного коммерческого программного продукта Oracle Crystal Ball [13] и учётом информации, полученной в процессе качественных оценок методом анализа чувствительности. Расчёты по зависимости (1) при варьировании параметров проводились с использованием комплекса прикладных подпрограмм, разработанного специалистами ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» на базе электронных таблиц MS Excel программного пакета Microsoft Office операционной среды Windows [5, 8].

**Результаты и обсуждение.** Результаты проведённых экспертной оценки по установлению основных факторов риска достигается расчётной эффективностью и анализом чувствительности ДЧД к изменениям во времени (рисунок 1) показали его максимальную зависимость от закупочной цены, изменение которой на 20 % от значения, принятого в базовом расчёте, увеличивает ДЧД на 30 %; несколько ниже значения ДЧД от урожайности картофеля, весьма слабая – от ставки дисконтирования [2, 4, 11, 12].

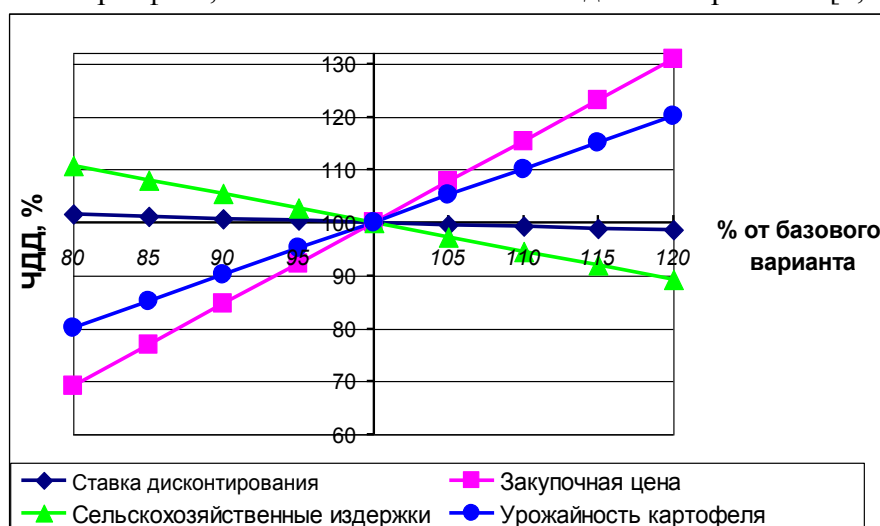


Рисунок 1– Анализ чувствительности ДЧД к изменению факторов

С целью повышения точности оценки риска в расчётах эффективности оцениваемого мероприятия выполнен сценарный анализ, позволяющий учесть вариантность достижения ДЧД при выбранных оценочных параметрах возделывания картофеля по новой технологии, выполнявшейся по трём сценариям: оптимистическому, пессимистическому и наиболее вероятному (базовому) (таблица 1).

Таблица 1 – Значения критерия и показателей риска по сценариям реализации расчётов, %

Параметр	Сценарии		
	Базовый (планируемый)	Пессимистический (+/- от базового)	Оптимистический (+/- от базового)
Урожайность картофеля	100	-20	0
Закупочная цена	100	-20	+20
Удельные затраты на производство	100	-20	+20
Ставка дисконтирования	100	-20	+20
ДЧД, % от базового варианта	100	33	130
Весовые коэффициенты ДЧД	0,6	0,3	0,1
ДЧД средневзвешенный	83,1 (100*0,6+33*0,3+130*0,1)		
Риск (отклонение ДЧД средне-	16,9(100-83,1)		

взвешенного от ДЧД азового)

Риск устанавливался по различию значения запланированного ДЧД (базовый вариант) и прогнозного значения ДЧД, исчисляемого с учётом значений и частоты ДЧД пессимистического и оптимистического вариантов. Уровень риска реализации запланированного мероприятия орошения составил 16,9 % (таблица 1) и оценивается как средний, что является важной информацией для принятия решений о целесообразности развития новой технологии, в частности, для решения вопроса об оптимальных объёмах её внедрения [11]. Динамика изменения денежных потоков от реализации базового, оптимистического и пессимистического сценариев оцениваемого периода представлены на рисунке 2.

При очевидных достоинствах метода сценарного расчёта риска операционных затрат метод математического моделирования Монте-Карло предоставляет возможность создания произвольных сценариев реализации мероприятия за счёт генерации случайных значений всех факторов, определяющих каждый конкретный сценарий [2, 9].

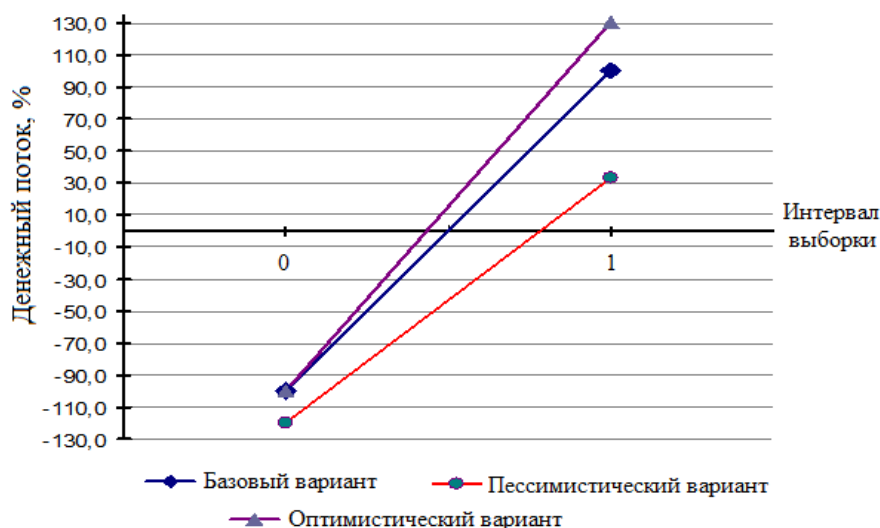


Рисунок 2 – Результаты расчёта денежного потока от реализации сценариев мероприятия по годам функционирования

Показатель эффективности операционных затрат рассчитывался по модели (1), риск операционных решений – по вероятности распределения ДЧД (рисунок 3). Уровень риска рассматривался как возможное снижение планируемого значения ДЧД от внедрения технологий. Значения переменных факторов модели выбирались программным комплексом Oracle Crystal Ball случайным образом из принятого интервала неопределенности (таблица 2), согласно заданному распределению вероятности события.

Таблица 2 – Значения переменных факторов модели (1)

Наименование показателя	Единица измерения	Значения		
		Средние	Минимальные	Максимальные
Урожайность	т/га	35,2	20,00	42,24
Затраты на производство	руб./т	3250	2600,00	3900
Закупочная цена	руб. т	9273	7418	11128
Коэффициент дисконтирования		0,93	0,91	0,84
Ставка дисконтирования	%	8	6,4	9,6

Результат моделирования представлен на рисунке 3, который свидетельствует о риске снижения расчётного ДЧД, определённого без дисконтирования операционных

затрат, порядка 65 %, что обуславливает повышенное внимание лица, принимающего решение к возможному изменению макроэкономических показателей.

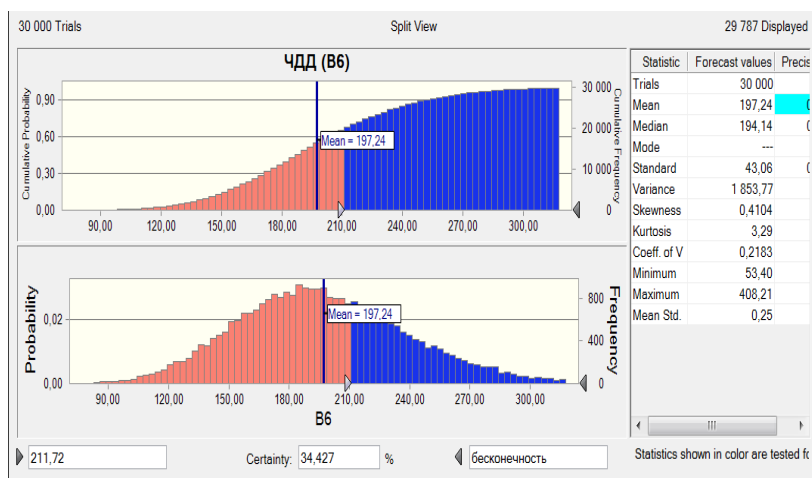


Рисунок 3 – Результаты математического моделирования эффективности внедряемого мероприятия

Анализ данных установил необходимость учёта разновременности осуществляемых затрат и достижения планируемых результатов. Так, риск снижения расчётного ДЧД, определённого с учётом дисконтирования операционных затрат, составляет порядка 48 % против 65 %, определённого без учёта обесценивания средств за период реализации планируемого мероприятия.

**Заключение.** Результаты исследований показали безусловное лидерство разработанного нормативно-методического обоснования расчётного инструментария метода математического моделирования (метод Монте-Карло) для анализа и учёта факторов риска в оценках эффективности планируемых затрат, обеспечивающего максимум сведений, определяющих риск проекта и возможность принять обоснованное решение о предстоящих инвестициях. Широкому внедрению данного метода в мелиоративную практику будет способствовать развитие информационных технологий и появление коммерческих программных продуктов, снимающих ограничения в использовании математического моделирования, связанных с выполнением многочисленных трудоёмких расчётов.

#### Библиографический список

1. Генезис методологии количественной оценки риска инновационных технологий в гидротехническом строительстве [Текст]/ А.Т. Беккер, Б.А. Золотов, В.С. Любимов, В.С. Носовский // Известия ДВФУ. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 19-26.
2. Мукаев, Р. Х. Оценка рисков инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений методом имитационного моделирования (Монте-Карло) [Текст] / Р. Х Мукаев // Тенденции и перспективы развития науки XXI века. – 2015. – С. 64.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст]. РД АПК3.00.01.003-03.
4. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами [Текст]/Под науч. ред. д.т.н., проф. Л. В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2010. – 240 с.
5. Ольгаренко, И. В. Информационные технологии планирования водопользования и оперативного управления водораспределением на оросительных системах: дис. ... доктора техн. наук: 06.01.02 [Текст]/ Ольгаренко Игорь Владимирович. – Новочеркасск, 2013. – 450 с.
6. Ольгаренко, В. Иг. Управление орошением картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Ольгаренко Владимир Игоревич. – Новочеркасск, 2016. – 192 с.

7. Ольгаренко, В. Иг. Дифференцированные режимы орошения и минерального питания картофеля летнего срока посадки [Текст] / В. Иг. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 52. – Новочеркасск, 2014. – С. 160-164.
8. Оценка эффективности инвестиций в развитие мелиораций [Текст]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015617671 в Реестре программ для ЭВМ 17 июля 2015г.
9. Сазонов, А. А. Применение метода Монте-Карло для моделирования экономических рисков в проектах [Текст]/ А. А. Сазонов, М. В. Сазонова // Наука и современность.– 2016. - №43.–С. 229–232.
10. Шумилова, В. М. Выбор оптимальной методики оценки финансовых рисков для нефтегазодобывающей компании [Текст]/ В. М. Шумилова// Проблемы современной экономики. – 2010. – №. 3. – С. 251–256.
11. Юрченко, И. Ф. Оценка рисков мелиоративных инвестиционных проектов [Текст]/ И. Ф. Юрченко, А. К. Носов//Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 6–10.
12. Юрченко, И. Ф. Исследование, создание, и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиораций [Текст]/ И. Ф. Юрченко, А. К. Носов, В. В. Трунин // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 4. – С. 67.
13. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.
14. Jansons, V., Jurenoks, V. Modelling the behavior of stability of production systems in economics. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>
15. Zhou, Qing. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>

#### Reference

1. Genezis metodologii kolichestvennoj ocenki riska innovacionnyh tehnologij v gidrotehnicheskom stroitel'stve [Tekst]/ A. T. Bekker, B. A. Zolotov, V. S. Lyubimov, V. S. Nosovskij // Izvestiya DVFU. Jekonomika i upravlenie. - 2015. - № 2. - S. 19-26.
2. Mukaev, R. H. Ocenka riskov investicionnyh projektov razrabotki neftyanyh mestorozhdenij metodom imitacionnogo modelirovaniya (Monte-Karlo) [Tekst] / R. H Mukaev // Tendencii i perspektivy razvitiya nauki NHI veka. - 2015. - S. 64.
3. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh projektov melioracii sel'skohozyajstvennyh zemel' [Tekst]. RD APK3.00.01.003-03.
4. Novye tehnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, jekspluatacii i upravleniya meliorativnymi sistemami [Tekst]/Pod nauch. red. d. t. n., prof. L. V. Kirejchevoj. - M.: VNIIA, 2010. - 240 s.
5. Ol'garenko, I. V. Informacionnye tehnologii planirovaniya vodopol'zovaniya i operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na orositel'nyh sistemah: dis. ... doktora tehn. nauk: 06.01.02 [Tekst]/ Ol'garenko Igor' Vladimirovich. - Novoherkassk, 2013. - 450 s.
6. Ol'garenko, V. Ig. Upravlenie orosheniem kartofelya letnego sroka posadki na pojmennyh zemlyah Nizhnego Dona [Tekst] : dis. ... kand. tehn. nauk: 06.01.02 / Ol'garenko Vladimir Igorevich. - Novoherkassk, 2016. - 192 s.
7. Ol'garenko, V. Ig. Differencirovannye rezhimy orosheniya i mineral'nogo pitaniya kartofelya letnego sroka posadki [Tekst] / V. Ig. Ol'garenko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaемого земледелия: sb. науч. тр. / FGBNU “RosNIIPM”. - Вып. 52. - Novoherkassk, 2014. - S. 160-164.
8. Ocenka jeffektivnosti investicij v razvitie melioracij [Tekst]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya JeVM №2015617671 v Reestre programm dlya JeVM 17 iyulya 2015g.
9. Sazonov, A. A. Primenenie metoda Monte-Karlo dlya modelirovaniya jekono-micheskikh riskov v projektah [Tekst]/ A. A. Sazonov, M. V. Sazonova // Nauka i sovremennost'. -- 2016. -№43. - S. 229-232.

10. Shumilova, V. M. Vybor optimal'noj metodiki ocenki finansovyh riskov dlya neftegazo-dobyvayushej kompanii [Tekst]/ V. M. Shumilova// Problemy sovremennoj jekonomiki. - 2010. - № 3. - S. 251-256.

11. Yurchenko, I. F. Ocenka riskov meliorativnyh investicionnyh proektov [Tekst]/ I. F. Yurchenko, A. K. Nosov//Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2014. - № 2. - S. 6-10.

12. Yurchenko, I. F. Issledovanie, sozdanie, i ispol'zovanie upravlencheskih informacionnyh tehnologij v sfere melioracij [Tekst]/ I. F. Yurchenko, A. K. Nosov, V. V. Trunin // Evrazijskij soyuz uchenyh. - 2014. - № 4. - S. 67.

13. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.

14. Jansons, V., Jurenoks, V. Modelling the behavior of stability of production systems in economics. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>

15. Zhou, Qing. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>

**E-mail:** danel777888@mail.ru