

УДК 631.16:658.155:332.2

В. И. Ольгаренко

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

И. Ф. Юрченко

Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. К. Костякова, Москва, Российская Федерация

И. В. Ольгаренко, Г. Г. Костюнин, М. С. Эфендиев

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск, Российская Федерация

В. Иг. Ольгаренко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

**ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И
ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ
НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО**

Целью исследований являлось совершенствование теории оценки эффективности внедрения технологических процессов планирования водопользования и оперативного управления водопотреблением в действующих хозяйствах и оросительных системах, а также при проектировании новых мелиоративных объектов, базирующейся на научно обоснованных показателях и критериях оценки действенности орошения. Выполнены научно-исследовательские работы и сформирована методология определения потребности в воде агроценозов и реализации мероприятий оперативного управления водоподачей на орошение, повышающая действенность водопользования за счет усовершенствования методов, процедур и моделей расчета: коэффициентов полезного использования оросительной воды, ритмичности и устойчивости водораспределения, а также режимов орошения и суммарного водопотребления агроценозов. Осуществлена адаптация теории рисков прогнозируемой действенности технологических процессов к практике оценки доходности мероприятий орошения на примере водохозяйственного мелиоративного комплекса. Показана целесообразность оценки риска упущенной выгоды методом имитационного моделирования, предоставляющего необходимый и достаточный материал для оценки действенности предлагаемых мероприятий по совершенствованию управления водораспределением, что повышает достоверность прогнозируемой экономической эффективности, свидетельствующей о целесообразности нововведений. Сформированная система оценки эффективности управления водопользованием на орошении обеспечивает устойчивую экономию природных, энергетических и иных ресурсов. Потребление воды за счет совершенствования алгоритмов планирования водораспределения и управления им снизилось на 375–400 кубических метров на гектар с экономическим эффектом 485 руб./га при стандартном отклонении последнего 68,85 руб./га и коэффициентом вариации 0,1419. Риск упущенной выгоды, оцениваемый по вероятности отрицательных значений экономического эффекта, классифицируется как минимальный при численном значении порядка 0,473 %.

Ключевые слова: экономическая эффективность, технологический процесс, водопользование, орошение, риск, упущенная выгода, метод имитационного моделирования, метод Монте-Карло.

V. I. Olgarenko

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

I. F. Yurchenko

All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation Reclamation named after A. N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

I. V. Olgarenko, G. G. Kostyunin, M. S. Efendiev

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

V. Ig. Olgarenko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

**PLANNING EFFECTIVENESS SUBSTANTIATION
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF WATER USE AND
OPERATING CONTROL OF WATER DISTRIBUTION
USING THE MONTE CARLO METHOD**

The purpose of the research was to improve the estimation theory of the efficiency of technological processes introduction for planning water use and operational management of water consumption in existing farms and irrigation systems, as well as in the design of new land reclamation facilities based on scientifically valid indicators and criteria for assessing the efficiency of irrigation. The research has been carried out and the methodology for determining water demand for agrocenoses and implementing measures for the operational management of water supply for irrigation has been developed, increasing the water use efficiency by improving the calculation methods, procedures and models: irrigation water application efficiency, rhythm and stability of water distribution, and irrigation regimes and total water consumption of agrocenoses. The risk theory of the predicted efficiency of technological processes has been adapted to the practice of assessing the profitability of irrigation measures using the example of water management reclamation complex. The expediency of risk assessment of lost profit by the simulation modeling method, which provides the necessary and sufficient material for assessing the efficiency of the proposed measures to improve water distribution management, which increases reliability of the predicted economic efficiency, indicating the expediency of innovations is shown. The developed efficiency evaluation system of water use management in irrigation provides a sustainable economy of natural, energy and other resources. Water consumption due to the improvement of water distribution planning and management algorithms decreased by 375–400 cubic meters per hectare with an economic effect of 485 rubles per ha with a standard deviation of 68.85 rubles per ha and a variation coefficient of 0.1419. The risk of lost profit, estimated by the probability of negative values of the economic effect is classified as the minimum with a numerical value of order 0.473 %.

Key words: economic efficiency, technological process, water use, irrigation, risk, lost profit, method of simulation modeling, Monte Carlo method.

Введение. Приоритетной задачей мелиоративной науки и практики является научное обоснование, разработка и реализация системы мероприятий, обеспечивающих устойчивое производство сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях с минимальными антропогенными

воздействиями на окружающую природную среду [1, 2].

В решении этой важной проблемы большое значение имеет совершенствование имеющихся и разработка новых технологических процессов планирования водопользования и оперативного водораспределения в орошаемых хозяйствах и оросительных системах, расчетов их достоверной эффективности [3].

Информационно-аналитический анализ показывает, что в сфере экономической науки достоверность и надежность оценок эффективности планируемых антропогенных воздействий на компоненты окружающей среды обеспечиваются в результате учета риска, который может возникнуть при определении проектных (планируемых) показателей. В существующих информационно-методических документах мелиоративной отрасли отсутствует широкая практика расчетов рисков при установлении эффективности мероприятий и технологических процессов на соответствующих объектах. Поэтому цель проведенных исследований – совершенствование теории рисков на основе новой методологии оценки эффективности мелиоративных мероприятий и технологий с учетом стохастической природы экономических показателей сельскохозяйственного производства, обеспечивающей экономию водных и энергетических ресурсов, повышение эффективности орошения и создание нормальной экологической обстановки в агроландшафте [4–9].

Современная теория рисков, обусловленных возможностью негативных изменений прогнозируемых результатов хозяйственного воздействия вследствие его стохастического характера, рассматривает экономический риск в части управления проектированием (планированием) как событие, имеющее связь с риском, как вероятность образования риска, как финансовые потери, подверженные риску [10–13].

Материалы и методы. Риск экономической привлекательности планируемого к внедрению мероприятия орошения определялся как вероятность негативного отклонения дисконтируемого чистого дохода (ДЧД)

от расчетного значения. Возможные отклонения могут быть связаны с природно-климатическими аномалиями, изменениями законодательства, а также потребностей рынка сельскохозяйственной продукции и конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителя, недостаточным научным обоснованием соответствующих технологий при проектировании и планировании мероприятий, нарушениями технологий как при реализации процесса внедрения передовых технологий в производство, так и в процессе эксплуатации систем и объектов. Количественная оценка риска осуществлялась с учетом последствий принимаемых решений путем определения частоты проявления того или иного уровня снижения рассчитываемого ДЧД от запланированного [14, 15].

Риск достижения эффективности планируемого орошения устанавливался по результатам статистического анализа сценарных оценок. Основопологающая задача анализа риска эффективности в методе имитационного моделирования заключается также и в определении распределения вероятности для исследуемого критерия доходности, знание о котором чаще всего отсутствует. В этой связи рассматриваются группы вероятностных распределений, включающие нормальное, постоянное, треугольное (симметричные) и пошаговое (несимметричные) распределения. В статье принято нормальное распределение вероятности значений ДЧД от планируемого мероприятия [16, 17].

Метод Монте-Карло обеспечивает пользователя необходимой и достаточной информацией, характеризующей риски инвестиций и позволяющей принимать обоснованное решение о целесообразности планируемых затрат [18, 19]. Широкому использованию данного метода в отечественной практике оценки рисков экономической эффективности мелиоративных инвестиционных проектов способствует разработка специальных программных продуктов для компьютерной поддержки метода имитационного моделирования. В мелиоративной отрасли метод Монте-Карло был использован на основании исследований, проведенных специалистами

ФГБНУ «РосНИИПМ», обеспечивших теоретическое обоснование, разработку и внедрение новых технологий по управлению водопотреблением картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона. Полученные авторами результаты оценки экономической эффективности возделывания картофеля летнего срока посадки по новой технологии в трех орошаемых хозяйствах на общей площади 308 га в течение трех лет были качественно оценены как методом анализа чувствительности, так и методами качественного анализа, включающими сценарный анализ эффективности и имитационное моделирование рисков методом Монте-Карло. Установлена целесообразность применения имитационного моделирования для оценки и учета экономических рисков мелиоративных мероприятий как средства получения дополнительного знания об эффективности мелиораций и организации защиты инвестора от негативных последствий принимаемых решений.

Результаты и обсуждение. Дальнейшая адаптация метода Монте-Карло была проведена по результатам многолетних исследований специалистов НИМИ Донского ГАУ на оросительных системах Северного Кавказа, которые позволили теоретически обосновать и разработать новую систему технико-экономических показателей эффективности планирования и реализации процессов водопользования и водораспределения как для отдельных сельскохозяйственных предприятий различной формы собственности, так и для оросительных систем в целом [20]. Предложена новая классификация интегральных показателей оценки технического уровня оросительных систем и нормативные показатели экологически сбалансированных оросительных систем (таблица 1), основные из которых послужили основой для расчетов эффективности водопользования по методу Монте-Карло.

Таблица 1 – Базовые интегральные показатели оценки эффективности водопользования на оросительных системах

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Зависимость для вычисления
1	2	3	4
1 Площадь полива	тыс. га	F	фактические данные
2 Гектарополивы	тыс. га/пол.	$F_{га/п}$	фактические данные

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3 Водоподача на орошение	тыс. м ³	W	фактические данные
4 Удельная водоподача	м ³ /га	M	$M = W / F$
5 Общий коэффициент полезного использования воды на оросительной системе	доли единицы	$\eta_{о.с.}$	$\eta_{о.с.} = W_c / F_c \cdot E_c,$ где W_c – объем воды, которая подается на орошение, м ³ ; F_c – площадь орошения, га; E_c – водопотребление растений за вычетом естественных ресурсов влаги, м ³ /га
6 КПД сети каналов	доли единицы	η_c	$\eta_c = \eta_{м.х.с.} \cdot \eta_{в.х.с.},$ где $\eta_{м.х.с.}$ и $\eta_{в.х.с.}$ – КПД сети соответственно межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов
7 Коэффициент ритмичности водопользования	доли единицы	R	$R = \frac{\sum (W_{п_i} - \bar{W}_п) \cdot (W_{ф_i} - \bar{W}_ф)}{\sqrt{\sum (W_{п_i} - \bar{W}_п)^2 \cdot (W_{ф_i} - \bar{W}_ф)^2}},$ где R – коэффициент ритмичности водопользования (Б. А. Доспехов); $W_{п_i}$, $\bar{W}_п$ – плановое и среднее плановое значения водопользования за определенный интервал времени, мм; $W_{ф_i}$, $\bar{W}_ф$ – фактическое и среднее фактическое значения водопользования за определенный интервал времени, мм
8 Коэффициент эффективности планирования водопользования	доли единицы	$K_{э.п.}$	$K_{э.п.} = V_{Wп} / V_p,$ где $V_{Wп}$ и V_p – коэффициенты вариации соответственно плановых значений величин забора воды объектом (системой) и осадков за рассматриваемый временной период
9 Коэффициент эффективности при реализации планов водопользования	доли единицы	$K_{э.р.}$	$K_{э.р.} = V_{Wф} / V_p,$ где $V_{Wф}$ и V_p – коэффициенты вариации соответственно плановых значений величин забора воды объектом (системой) и осадков за рассматриваемый временной период
10 Коэффициент устойчивости водопользования	доли единицы	$K_{у.в.}$	$K_{у.в.} = V_{Wф} / V_{(E_w - P)},$ где $V_{Wф}$, $V_{(E_w - P)}$ – коэффициенты вариации соответственно фактических значений показателя водопользования и дефицитов естественного увлажнения за рассматриваемый интервал времени

Предложенная система базовых интегральных показателей повышает достоверность оценки эффективности формируемых планов и реализации управления водопользованием за счет усовершенствования имеющихся и разработки новых методик их определения. В первую очередь это коэффициенты полезного использования оросительной воды, ритмичности, эффективности планирования и реализации, устойчивости процессов водопользования, а также режимы орошения и суммарное водопотребление агроценозов с учетом вариаций фактических метеопараметров и запасов влаги в активном слое почвы.

Внедрение разработанных показателей эффективности водопользования осуществлялось на общей площади 118,0 тыс. га. Установлено, что потребление воды за счет совершенствования планирования водораспределения и управления им снизилось на 375–400 м³/га, при этом экономический эффект составил 485 руб./га. Действенность режима орошения, определенная сравнением затрат на поливы в варианте, который соответствует современным технологическим картам сельскохозяйственного производства, с затратами в варианте, разработанном по технологии, составила 940 руб./га на примере выращивания лука и перца сладкого. Применение в диспетчерской службе оросительных систем компьютерной управляющей системы поддержки решений по водораспределению снизило затраты труда в 15 раз в сравнении с принятой в настоящее время технологией планирования.

Дальнейшее совершенствование методологии определения эффективности управления водопользованием связывается с требованиями практики учета факторов риска при его реализации, обусловленных возможностью недополучения запланированных доходов от ликвидации упущенной выгоды (УВ). В качестве примера ниже по тексту представлены результаты расчета эффективности мероприятий по совершенствованию управления водопользованием и водораспределением с учетом риска УВ.

На успешное внедрение в практику вышеуказанных технологий вли-

яют факторы социально-политических и финансовых условий, состояние техники и технологий, производительности труда и ценообразования, природно-хозяйственной среды, практикующегося налогообложения, правовых и других вопросов. В перечне перечисленных факторов выделяются присутствующие всегда, независимо от управляющих воздействий, так называемые систематические риски и риски, устраняемые управляющими воздействиями. В данном случае снижение прогнозируемой доходности в наибольшей степени определяют:

- природно-климатические факторы, обуславливающие ожидаемую урожайность сельскохозяйственных культур, водообеспеченность источника орошения и другие факторы успешности водопользования и эффекта мелиорации;

- технико-технологические условия, характеризующие надежность оборудования, эффективность производственных процессов и технологий и в конечном итоге затраты на производство;

- экономический риск, связанный с налоговой политикой, рыночной конъюнктурой и другими факторами.

В теории оценки рисков доходности развиты два подхода: качественный (определяет сферу, факторы, виды риска планируемых мероприятий) и количественный (изучает оценки воздействия факторов риска на критерии эффективности).

К сожалению, опыт оценки рисков заявленных показателей эффективности в сфере мелиорации, да и в агропромышленном комплексе в целом, совершенно недостаточен, чтобы обеспечить практические рекомендации при выборе расчетных методов оценки рисков орошения, учитывающих специфику этой области экономики. В такой ситуации представляется правильным приступить к начальному этапу формирования нормативно-методической базы количественной оценки рисков доходности мелиоративных мероприятий с учетом действующей общей теории оценки

на основе методических подходов к расчетам в успешных сферах экономики с целью накопления нового знания.

При всем многообразии методологических подходов к конкретным расчетам и отсутствию однозначности выводов об универсальности определенного метода количественной оценки рисков можно сделать вывод о предпочтительности метода математического моделирования или метода Монте-Карло, прослеживающегося в оценках прогнозируемой эффективности планируемых мероприятий в сопредельных отраслях.

Метод математического моделирования – действенный инструмент исследования рисков доходности, базирующийся на моделировании распределений вероятностей случайных величин и прогнозировании эффективности оцениваемых мероприятий на основе этих распределений. Он включает определение показателей оценки, выделение параметров доходности, рассматриваемых как случайные величины, выбор типа распределения изменяющихся параметров, компьютерное моделирование характеристик денежного потока на основе установленного типа распределения, расчеты оценочных показателей, многократное определение оценок риска путем детерминированных, одновариантных расчетов, анализ и оценку полученных результатов.

В качестве критерия эффективности предложенных нововведений в водопользование принято положительное значение $УВ$ при отказе от их реализации, руб./га:

$$УВ = \Delta W \cdot C > 0,$$

где ΔW – снижение объема водоподачи за счет внедрения предложенных мероприятий, м³/га;

C – удельная стоимость водоподачи, руб./м³.

Исходные данные для моделирования, полученные авторами, приведены в таблице 2.

Показатели, характеризующие эффективность мероприятий:

- прогнозируемая величина УВ, руб./га;
- дисперсия, стандартное отклонение и коэффициент вариации;
- максимальное и минимальное значения УВ, руб./га;
- вероятность отрицательного значения УВ, руб./га.

Таблица 2 – Исходные данные моделирования

Фактор	Значение		
	Минимальное	Базовое	Максимальное
Снижение объема водопотребления за счет мероприятия по водораспределению, м ³ /га	185	388	585
Стандартное отклонение снижения объема водопотребления, м ³ /га	–	38,8	–
Удельная стоимость водоподачи, руб./м ³	0,25	1,25	2,25
Стандартное отклонение удельной стоимости водоподачи, руб./м ³	–	0,13	–

Варьируются случайные величины УВ на основе нормального распределения при известных значениях ожидаемого снижения объема водопотребления ΔW , удельной стоимости водоподачи C и их стандартного отклонения (рисунки 1, 2).

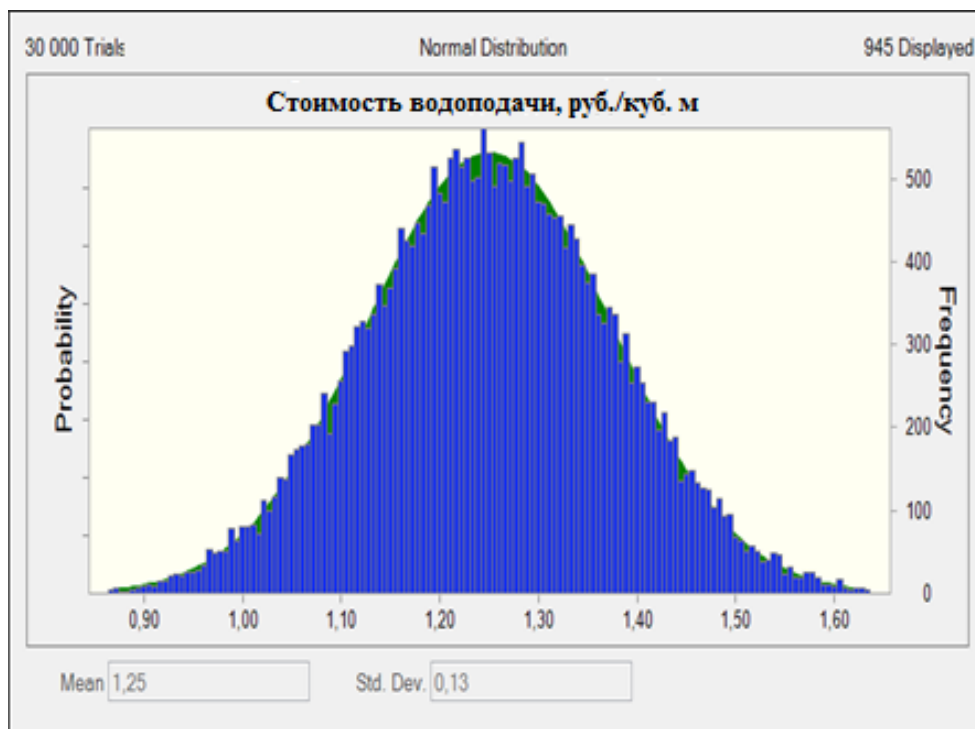


Рисунок 1 – Вероятность распределения стоимости водоподачи C

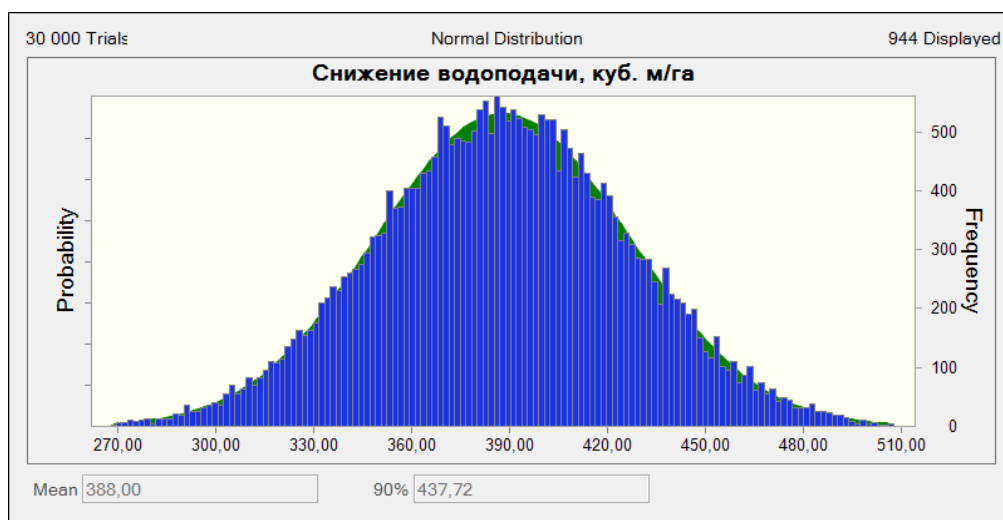


Рисунок 2 – Вероятность распределения снижения объема водоподачи С

Расчет риска УВ при определении эффективности мероприятий водопользования на оросительных системах Северного Кавказа выполнен методом Монте-Карло с использованием соответствующего программного комплекса (таблица 3, рисунки 3, 4).

Таблица 3 – Параметры риска по упущенной выгоде (УВ)

Параметр	Значение
Ожидаемое значение УВ, руб./га	485,29
Стандартное отклонение УВ, руб./га	68,85
Коэффициент вариации для УВ	0,1419
Вероятность отрицательной УВ, %	0,473
Максимальное значение УВ, руб./га	789,26
Минимальное значение УВ, руб./га	243,34

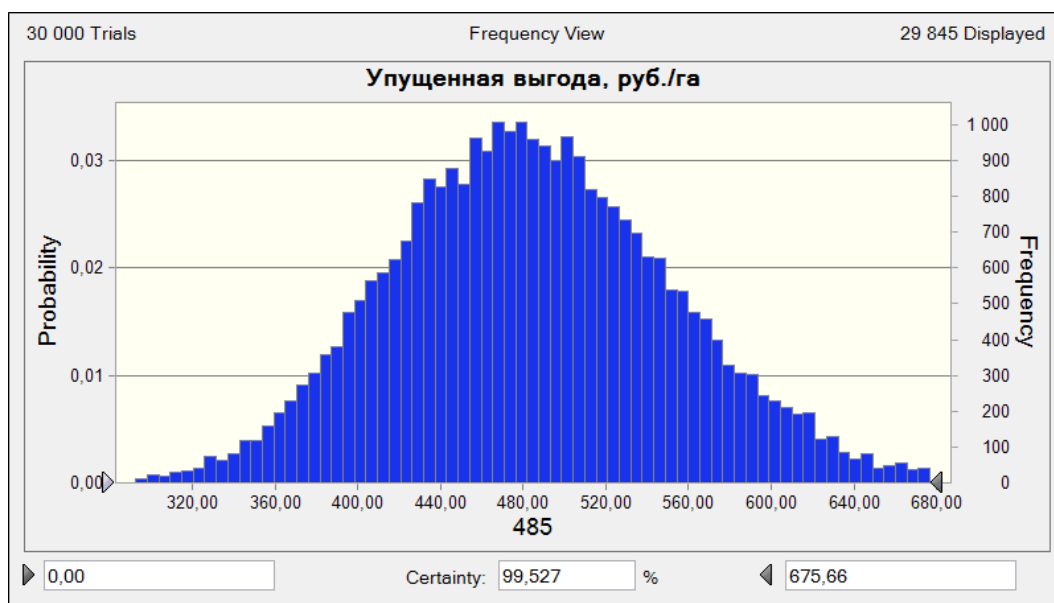


Рисунок 3 – Вероятность распределения упущенной выгоды (УВ)

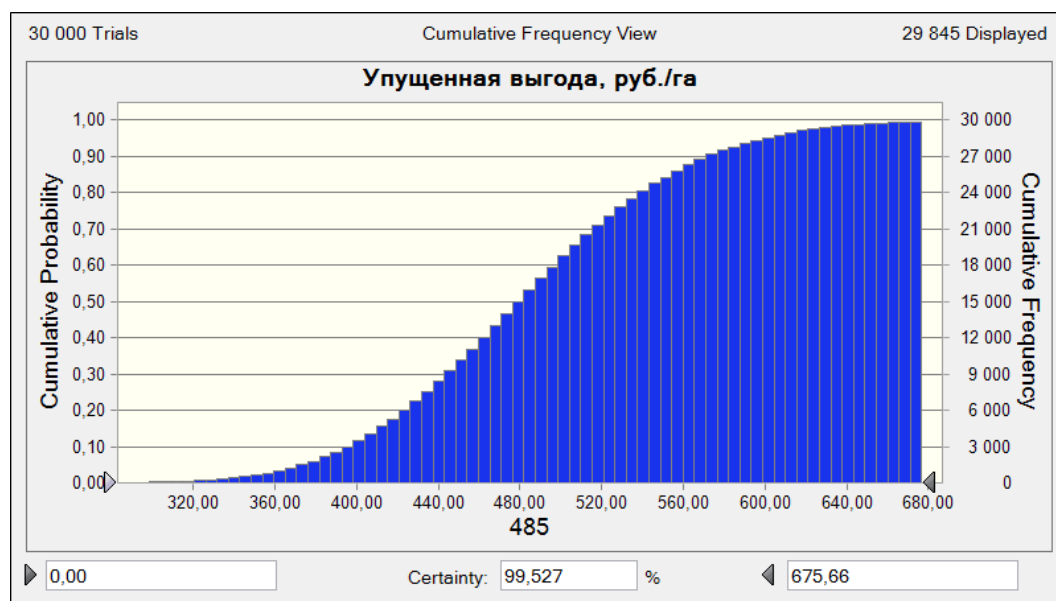


Рисунок 4 – Вероятность положительного значения упущенной выгоды ($УВ > 0$)

Согласно выходным данным риск $УВ$ от совершенствования водопользования, оцениваемый по вероятности отрицательных значений $УВ$ ($УВ < 0$), составляет порядка 0,473 % ($100 - 99,527$), что позволяет классифицировать его как минимальный. Полученные результаты оценки риска $УВ$ методом математического моделирования или методом Монте-Карло предоставляют необходимый и достаточный материал для оценки действенности предлагаемых мероприятий по совершенствованию водопользования и управлению оперативным водораспределением и свидетельствуют о целесообразности их реализации (рисунки 3, 4).

Выводы. Сформированная структура управления водопользованием на орошении обеспечивает устойчивое снижение использования водных и энергетических ресурсов. Представленные результаты обоснования экономической целесообразности совершенствования водопользования и оперативного управления водораспределением в очередной раз показали необходимость выполнения оценки эффективности планируемых мероприятий по совершенствованию мелиоративной деятельности с учетом риска возможного изменения прогнозируемых показателей, что повышает достоверность предлагаемых решений.

Список использованных источников

1 Васильев, С. М. Мониторинг орошаемого агроландшафта с учетом калибровки данных дистанционного зондирования в рамках геоинформационных технологий / С. М. Васильев, Л. А. Митяева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2017. – № 131. – С. 216–231. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/23.pdf>.

2 Щедрин, В. Н. Математические методы прогнозирования в мелиорации / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев, В. М. Игнатьев // Современное состояние и приоритетные направления развития аграрной экономики в условиях импортозамещения: материалы междунар. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 17 февр. 2016 г. – Персиановский: Донской ГАУ, 2016. – С. 151–158.

3 Ольгаренко, Г. В. Научно-техническое обеспечение программы развития мелиорации земель / Г. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 2–4.

4 Ольгаренко, Г. В. Системы сельскохозяйственного водоснабжения в современных условиях / Г. В. Ольгаренко, А. А. Алдошкин. – М., 2014. – 9 с. – Деп. в ВИНТИ Рос. акад. наук 20.11.14, № 321-В2014.

5 Насыров, Н. Н. Геоинформационные технологии районирования ресурсов орошаемого земледелия / Н. Н. Насыров, В. В. Корсак, Т. В. Соколова // Научное обозрение. – 2013. – № 2. – С. 30–38.

6 Корсак, В. В. Применение ГИС-анализа для оценки природных условий поливного земледелия / В. В. Корсак, Н. А. Пронько, Н. Н. Насыров // Научная жизнь. – 2014. – № 2. – С. 18–24.

7 Щедрин, В. Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России / В. Н. Щедрин, Г. Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2014. – № 3(15). – С. 1–15. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec274-field6.pdf.

8 Щедрин, В. Н. Современное состояние и пути дальнейшего развития мелиорации в России / В. Н. Щедрин // Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф.; под науч. ред. В. П. Зволинского / ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – С. 340–351.

9 Пронько, Н. А. Информационные технологии в управлении плодородием орошаемых земель на локальном уровне / Н. А. Пронько, В. В. Корсак // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: ВНИИА, 2016. – С. 308–312.

10 Найт, Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф. Х. Найт: [пер. с англ.]. – М.: Дело, 2003. – 176 с.

11 Никитин, И. Д. Учет фактора времени, неопределенности и рисков при расчетах эффективности инвестиций в мелиорацию / И. Д. Никитин, З. Н. Артемьева, Е. Е. Григорашенко // Агрофизика. – 2014. – № 2(14). – С. 28–35.

12 Голиков, П. А. Экономическая эффективность сельскохозяйственного производства и проблемы орошаемого земледелия Саратовской области / П. А. Голиков, В. В. Корсак, А. В. Кравчук // Основные направления и формы развития потребительской кооперации в странах Европы и Азии: опыт, проблемы, перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф. в рамках ежегодных Чаяновских чтений, 17–18 нояб. 2016 г. – Энгельс: Канцлер, 2016. – С. 167–171.

13 Шумилова, В. М. Выбор оптимальной методики оценки финансовых рисков для нефтегазодобывающей компании / В. М. Шумилова // Проблемы современной экономики. – 2010. – № 3. – С. 251–256.

14 Юрченко, И. Ф. Исследование, создание и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиораций / И. Ф. Юрченко, А. К. Носов, В. В. Трунин // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 4. – С. 67–69.

15 Турмачев, Е. С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов / Е. С. Турмачев // Анализ эффективности инвестиций. – 2006. – № 3. – С. 45–58.

16 Сазонов, А. А. Применение метода Монте-Карло для моделирования экономических рисков в проектах / А. А. Сазонов, М. В. Сазонова // Наука и современность. – 2016. – № 43. – С. 229–232.

17 Генезис методологии количественной оценки риска инновационных технологий в гидротехническом строительстве / А. Т. Беккер, Б. А. Золотов, В. С. Любимов, В. С. Носовский // Известия ДВФУ. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 19–26.

18 Jansons, V. Modelling the behavior of stability of production systems in economics [Electronic resource] / V. Jansons, V. Jurenoks. – Mode of access: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>, 2017.

19 Zhou, Q. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation [Electronic resource] / Q. Zhou. – Mode of access: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>, 2017.

20 Ольгаренко, В. И. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2013. – № 6. – С. 8–11.

References

1 Vasiliev S.M., Mityaeva L.A., 2017. *Monitoring oroshayemogo agrolandshafta s uchetom kalibrovki dannykh distantsionnogo zondirovaniya v ramkakh geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Monitoring of irrigated agricultural landscapes taking into account remote sensing data calibration under geoinformation technologies]. *Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University], no. 131, pp. 216-231, available: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/23.pdf>. (In Russian).

2 Shchedrin V.N., Vasiliev S.M., Ignatyev V.M., 2016. *Matematicheskie metody prognozirovaniya v melioratsii* [Mathematical methods of forecasting in reclamation]. *Sovremennoe sostoyanie i prioritetye napravleniya razvitiya agrarnoy ekonomiki v usloviyakh importozameshcheniya: materialy mezhdunar. nauchno-prakticheskoy konf.* [The current state and priority direction of development of agrarian economy in the context of import substitution. Proceed. scientific-practical conference]. Persianovskiy, Donskoy State University, pp. 151-158. (In Russian).

3 Olgarenko G.V., 2013. *Nauchno-tekhnicheskoe obespechenie programmy razvitiya melioratsii zemel'* [Scientific and technical support of the land management development program]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 6, pp. 2-4. (In Russian).

4 Olgarenko G.V., Aldoshkin A.A., 2014. *Sistemy selskokhozyaystvennogo vodosnabzheniya v sovremennykh usloviyakh* [Agricultural water supply systems under modern conditions]. Moscow, 9 p., deposited in VINITI RAS on 20.11.14, no. 321-B2014. (In Russian).

5 Nasyrov N.N., Korsak V.V., Sokolova T.V., 2013. *Geoinformatsionnye tekhnologii rayonirovaniya resursov oroshayemogo zemledeliya* [Geoinformation technologies of zoning the irrigated farming resources]. *Nauchnoe obozrenie* [Scientific Observation], no. 2, pp. 30-38. (In Russian).

6 Korsak, V.V., Pron'ko N.A., Nasyrov N.N., 2014. *Primeneniye GIS-analiza dlya otsenki prirodnykh usloviy polivnogo zemledeliya* [Application of GIS-analysis to assess the

natural conditions of arable farming]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life], no. 2, pp. 18-24. (In Russian).

7 Shchedrin V.N., Balakai G.T., 2014. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya melioratsii zemel' na yuge Rossii* [The state and prospects for the development of land reclamation in the south of Russia]. *Nauchnyy zhurnal Rossiiskogo NII Problem melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Reclamation Problems], no. 3(15), pp. 1-15, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec274-field6.pdf. (In Russian).

8 Shchedrin V.N., 2015. *Sovremennoe sostoyanie i puti dal'neishego razvitiya melioratsii v Rossii* [Current state and ways of further development of reclamation in Russia]. *Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnokhozyaystvennykh kompleksov zasushlivykh territoriy: sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii* [Problems of Rational Use of Environmental Complexes of Drylands: Proceed. Intern. scientific-practical conf.]. FGBNU «PNIAAZ». Volgograd, Volgograd State Agrarian University, pp. 340-351. (In Russian).

9 Pron'ko N.A., Korsak V.V., 2016. *Informatsionnyye tekhnologii v upravlenii plodorodiem oroshayemykh zemel' na lokal'nom urovne* [Information technologies in the management of the fertility of irrigated lands at the local level]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo: problemy i puti resheniya: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Irrigation and Water Management: Problems and Solutions. Proceed. Intern. scientific-practical conference]. Saratov, VNIIA, pp. 308-312. (In Russian).

10 Knight F.H., 2003. *Risk, neopredelennost' i pribyl'* [Risk, uncertainty and profit]. Moscow, Delp Publ., 176 pp. (In Russian).

11 Nikitin I.D., Artemieva Z.N., Grigorashenko E.E., 2014. *Ekonomicheskaya effektivnost' sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva i problemy oroshayemogo zemledeliya Saratovskoy oblasti* [Inclusion of the time, uncertainty and risk factors into calculating the investment efficiency in land reclamation]. *Agrofizika* [Agrophysics], no. 2(14), pp. 28-35. (In Russian).

12 Golikov P.A., Korsak V.V., Kravchuk A.V., 2016. *Ekonomicheskaya effektivnost' sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva i problemy oroshayemogo zemledeliya Saratovskoy oblasti* [Economic efficiency of agricultural production and the problems of irrigated agriculture in Saratov region]. *Osnovnye napravleniya i formy razvitiya potrebitel'skoy kooperatsii v stranakh Yevropy i Azii: opyt, problemy, perspektivy: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. v ramkakh yezhegodnykh Chayanovskikh chteniy* [Basic directions and forms of development of consumer cooperation in the European and Asian countries: experience, problems, prospects. Proceed. international scientific-practical conf. in the framework of the annual Chayanovskiy readings]. Engels, Kantsler Publ., pp. 167-171. (In Russian).

13 Shumilova V.M., 2010. *Vybor optimal'noy metodiki otsenki finansovykh riskov dlya neftegazodobyvayushchey kompanii* [Choosing the optimal methodology for assessing financial risks for oil and gas company]. *Problemy sovremennoy ekonomiki* [Problems of Modern Economics], no. 3, pp. 251-256. (In Russian).

14 Yurchenko I.F., Nosov A.K., Trunin V.V., 2014. *Issledovanie, sozдание i ispol'zovanie upravlencheskikh informatsionnykh tekhnologiy v sfere melioratsiy* [Research, creation and use of management information technologies in the field of land reclamation]. *Evrazijskiy soyuz uchenykh* [The Eurasian Union of Scientists], no. 4, pp. 67-69. (In Russian).

15 Turmachev E.S., 2006. *Metodicheskie problemy kolichestvennogo opredeleniya riskov investitsionnykh projektov* [Methodological problems of quantitative determination of risks of investment projects]. *Analiz effektivnosti investitsiy* [Analysis of Investment Efficiency], no. 3, pp. 45-58. (In Russian).

16 Sazonov A.A., Sazonova M.V., 2016. *Primenenie metoda Monte-Karlo dlya modelirovaniya ekonomicheskikh riskov v proyektakh* [Application of the Monte Carlo method for modeling economic risks in projects]. *Nauka i sovremennost'* [Science and Modernity], no. 43, pp. 229-232. (In Russian).

17 Becker A.T., Zolotov B.A., Lyubimov V.S., Nosovsky V.S., 2015. *Genezis metodologii kolichestvennoy otsenki riska innovatsionnykh tekhnologiy v gidrotekhnicheskoy stroitel'stve* [Genesis methodology of quantitative risk assessment of innovative technologies in hydraulic engineering construction]. *Izvestiya DVFU. Ekonomika i upravlenie* [Bull. DVFU. Economics and Management], no. 2, pp. 19-26. (In Russian).

18 Jansons V., Jurenoks V., 2017. Modelling the behavior of stability of production systems in economics [Electronic resource]. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>. (In English).

19 Zhou Q., 2017. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation [Electronic resource]. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>. (In English).

20 Olgarenko V.I., Olgarenko G.V., Olgarenko I.V., 2013. *Kompleksnaya otsenka tekhnicheskogo urovnya gidromeliorativnykh sistem* [Complex assessment of the technical level of hydromeliorative systems]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 6, pp. 8-11. (In Russian).

Ольгаренко Владимир Иванович

Ученая степень: доктор технических наук, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ

Ученое звание: профессор

Должность: профессор

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: danel777888@mail.ru

Olgarenko Vladimir Ivanovich

Degree: Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Honorable Scientist of the Russian Federation

Title: Professor

Position: Professor

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: str. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: danel777888@mail.ru

Юрченко Ирина Федоровна

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: доцент

Должность: главный научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова»

Адрес организации: ул. Большая Академическая, 44, г. Москва, Российская Федерация, 127550

E-mail: irina.507@mail.ru

Yurchenko Irina Fedorovna

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Associate Professor

Position: Chief Researcher

Affiliation: All-Russia Research Institute of Hydraulic Engineering and Reclamation named after A. N. Kostyakov

Affiliation address: str. Bolshaya Academicheskaya, 44, Moscow, Russian Federation, 127550

E-mail: irina.507@mail.ru

Ольгаренко Игорь Владимирович

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: доцент

Должность: профессор

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: danel777888@mail.ru

Olgarenko Igor Vladimirovich

Degree: Doctor of Technical Sciences

Title: Associate Professor

Position: Professor

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: str. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: danel777888@mail.ru

Костюнин Глеб Геннадиевич

Должность: аспирант

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: maxim@mail.ru

Kostyunin Gleb Gennadievich

Position: Postgraduate

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: str. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: maxim@mail.ru

Эфендиев Максим Сабитович

Должность: аспирант

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346428

E-mail: maxim@mail.ru

Efendiev Maxim Sabitovich

Position: Postgraduate

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – a branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: str. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346428

E-mail: maxim@mail.ru

Ольгаренко Владимир Игоревич

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: старший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: olgarenko_vi@mail.ru

Olgarenko Vladimir Igorevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: olgarenko_vi@mail.ru