

Рокочинский А.Н., Турченко В.А., Приходько Н.В.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИДУНАЙСКИХ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Введение. Сегодня развитие отрасли рисосеяния должно основываться на эффективных методах управления рисовыми оросительными системами (РОС) с учетом современных технических и эколого-экономических требований к их функционированию.

Определение дальнейшего направления развития отрасли требует проведения анализа ретроспективного и современного состояния эффективности функционирования РОС, что позволит обоснованно подойти к решению данного вопроса путем усовершенствования методов управления РОС, придерживаясь современных эколого-экономических требований на основе комплекса прогнозно-оптимизационных моделей, в том числе и моделей урожайности культур рисового севооборота.

Современная РОС представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных единым технологическим процессом водоподводящих, водотводящих и регулирующих элементов в сочетании с рисовыми полями, на которых выращиваются ведущая культура затопляемого риса и сопутствующие суходольные культуры рисового севооборота [1].

Результатом функционирования РОС является получение высоких устойчивых экономически целесообразных и экологически приемлемых урожаев выращиваемых культур. Поэтому, исходя из целевого назначения РОС, оценку эффективности их функционирования целесообразно осуществлять на основе соответствующего анализа продуктивности культур рисового севооборота, затрат воды на орошение и эколого-мелиоративного состояния земель рисовой системы за период ее функционирования.

В качестве базы данных для решения данного вопроса нами использованы материалы научно-технических отчетов работы научных экспедиций в составе сотрудников Украинского института инженеров водного хозяйства (ныне Национального университета водного хозяйства и природопользования) и годовые отчеты Одесского облводхоза по производству риса на Килийской РОС в составе Придунайских РОС за период 1966–2011 г. Рассматриваемый период времени охватывает все этапы развития рисосеяния в Украине и в данном регионе, начиная от становления и активного развития отрасли до настоящего времени.

Проведение такой оценки требует выбора соответствующих критериев эффективности, которые должны комплексно отражать все основные ее стороны в свете современных требований: *технологическую, экономическую и экологическую.*

Определение РОС как сложной природно-мелиоративной системы делает невозможным использование единого, даже универсального, критерия такой оценки. В то же время, нецелесообразно проводить оценку эффективности функционирования системы на основе всей возможной совокупности показателей, отражающих сложный характер условий ее функционирования под воздействием всего спектра природных и антропогенных факторов. Это связано с фактической непредсказуемостью и разного рода трудностями, возникающими при определении этих показателей на практике.

Поэтому возникает вопрос выбора и обоснования основных критериев оценки эффективности функционирования РОС, которые могут быть определены в производственных условиях с необходимой точностью и наиболее полно отражать чрезвычайно сложный характер изучаемых процессов и явлений на рисовых системах. Определение и обоснование таких критериев требует, прежде всего, комплексного исследования и изучения условий формирования продуктивности орошаемых земель РОС и выбора определяющих фак-

торов влияния на нее.

Рассмотрение урожайности как функции многих переменных требует значительных исследований, результатом которых должна быть методика построения многокритериальных статистических зависимостей прогноза урожайности выращиваемых культур, с учетом обоснованной, относительно уровня их значимости, совокупности факторов влияния на процесс ее формирования, выбор которых целесообразно осуществить с помощью метода многокритериального регрессионного анализа.

Путем построения матрицы множественной корреляции, по результатам статистической обработки сформированной базы данных по производству риса на Килийской РОС в составе Придунайских РОС за период 1966 - 2011гг., нами постепенно исключались те факторы воздействия, которые имели наименьшие доли вклада в процесс формирования урожайности ведущей затопляемой культуры риса. Таким образом, в конечном итоге, их совокупность была сведена к таким наиболее весомым:

- **урожайность риса (Y , ц/га)** - главный показатель экономической эффективности;
- **оросительная норма риса (M , м³/га)** - показатель технологической (мелиоративной) эффективности;
- **тепло- и влагообеспеченность периода вегетации (p , %)** – показатель, отражающий эффективность климатического ресурса;
- **долевое участие риса в севообороте (θ , %)** – показатель, отражающий степень мелиоративного воздействия ведущей затопляемой культуры риса на эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель в пределах системы;
- **показатель агро-эколого-мелиоративных условий формирования урожая риса (A , баллы)** – показатель, комплексно отражающий экологическую эффективность функционирования рисовой системы.

Введенный нами показатель **A** выступает в качестве комплексной (интегральной) характеристики влияния водного, солевого, питательного и других режимов почв на условия формирования урожайности риса, отражает, по-сути, эффективное плодородие почв в характерных для рисовой системы условиях и определяется отношением фактически значений урожая риса по годам исследований к максимально полученной ее величине в рассматриваемых условиях.

Целесообразность введения столь обобщенного комплексного показателя обусловлена, прежде всего, чрезвычайной сложностью изучаемого процесса, для как можно более объективного отражения которого может быть применено практически неограниченное количество показателей. В свою очередь, их определение осложняется значительной стоимостью проведения соответствующих исследований и связанных с этим затрат времени.

Установленное на основании статистического анализа совокупное влияние рассматриваемого комплекса разнородных показателей, характеризующих разные стороны функционирования рисовых систем, оказалось очень значительным, поскольку коэффициент их множественной корреляции $r = 0,9669$.

Динамика изменения обоснованных показателей эффективности функционирования Придунайских РОС за рассматриваемый период представлена на рис. 1, как в абсолютных, так и приведенных их значениях.

Турченко Василий Александрович, к.т.н., доцент, декан факультета водного хозяйства Национального университета водного хозяйства и природопользования.

Приходько Наталия Владимировна, аспирант кафедры гидромелиораций Национального университета водного хозяйства и природопользования.

Украина, 33028, г. Ровно, ул. Соборная, 11.

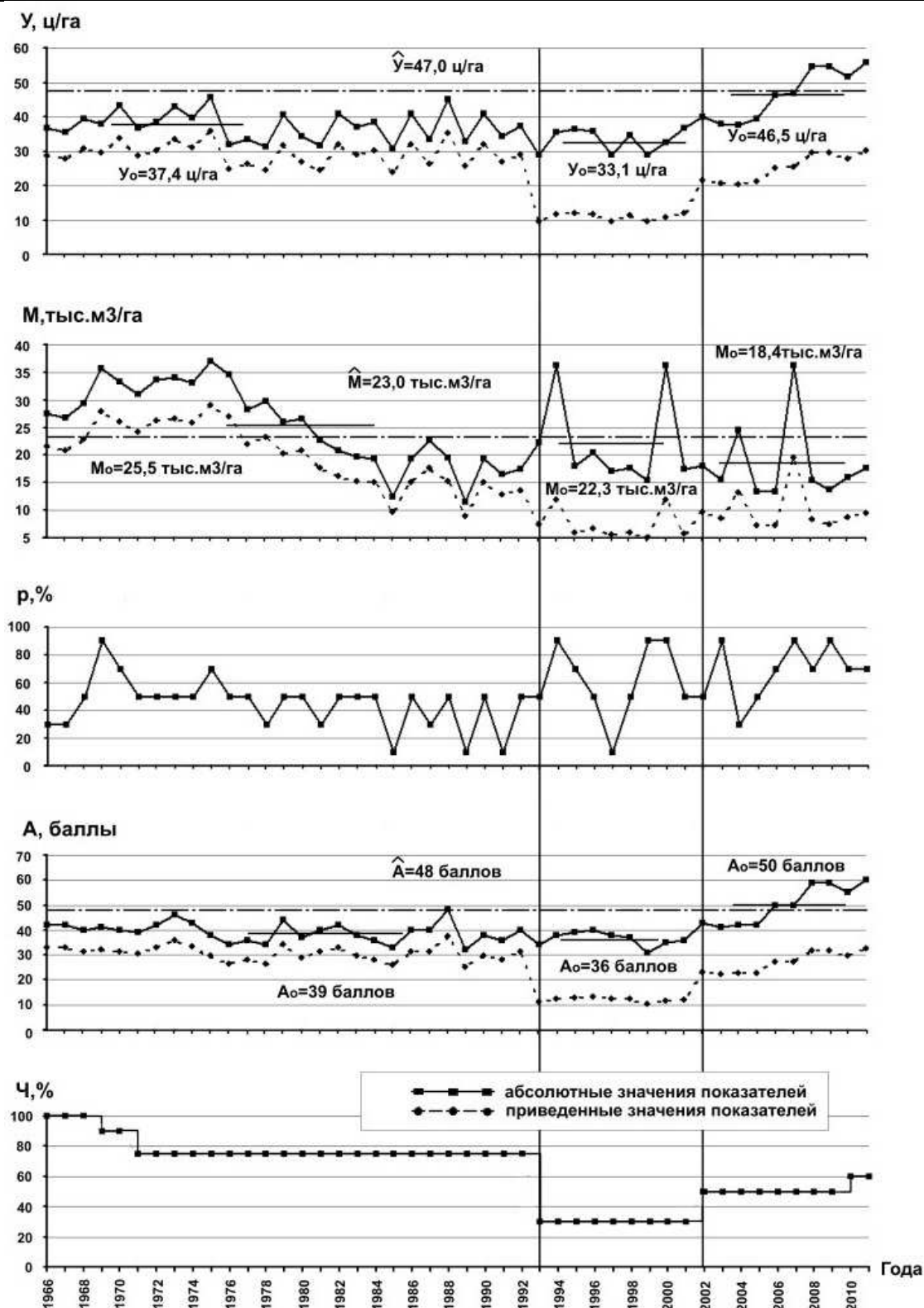


Рис. 1. Динамика изменения показателей эффективности функционирования Придунайских РОС за период 1966-2011гг. (на примере Килийской РОС)

Абсолютные значения рассматриваемых показателей отражают реальную ситуацию на землях системы, непосредственно занятых под посевами затопляемой культуры риса, где его наличие обеспечивает поддержание требуемого промывного водного режима засоленных почв, необходимого для обеспечения их благоприятного эколого-мелиоративного состояния.

Поскольку в пределах рассматриваемого периода функционирования Придунайских РОС долевое участие риса в севообороте (как показатель его мелиоративного воздействия) существенно изменялось (в среднем от 90 до 30%), что соответственно отражалось как на общей эффективности функционирования РОС, так и на ее важнейших составляющих, представляет интерес рассмотреть установленные показатели эффективности в приведенном к данному

Таблица 1. Сопоставление рассматриваемых периодов по установленному комплексу критериев эффективности функционирования Придунайских РОС в течение 1966–2011 гг. (на примере Килийской РОС)

Показатель	Урожайность риса, (Y, ц/га)	Оросительная норма риса, (M, м ³ /га)	Показатель агро-эколого- мелиоративных условий, (A, баллы)
проектное значение	47	23	48
критерий Фишера (F _{05=3,13})	<u>92,5</u> 435,35	<u>11,14</u> 88,70	<u>112,58</u> 531,53
<i>Период 1966–1992 гг. с долей риса в севообороте 75...100%</i>			
максимум	<u>45,8</u>	<u>37,1</u>	<u>48</u>
	35,7	28,9	37
минимум	<u>30,6</u>	<u>11,5</u>	<u>32</u>
	23,9	9,0	25
среднее значение	<u>37,4</u> 29,2	<u>25,5</u> 19,9	<u>39</u> 31
<i>Период 1993–2001 гг. с долей риса в севообороте 30...33%</i>			
максимум	<u>36,6</u>	<u>36,2</u>	<u>40</u>
	12,1	12,0	13
минимум	<u>28,9</u>	<u>15,3</u>	<u>31</u>
	9,5	5,1	10
среднее значение	<u>33,1</u> 10,9	<u>22,3</u> 7,4	<u>36</u> 12
<i>Период 2002–2011 гг. с долей риса в севообороте 50...60%</i>			
максимум	<u>55,8</u>	<u>36,2</u>	<u>60</u>
	30,1	19,6	32
минимум	<u>37,6</u>	<u>13,4</u>	<u>41</u>
	20,3	7,3	22
среднее значение	<u>46,5</u> 25,1	<u>18,4</u> 9,9	<u>50</u> 27

Примечание: в числителе представлены абсолютные значения рассматриваемых критериев эффективности, а в знаменателе – приведенные

показателю виде. Несмотря на очевидную условность такой оценки, приведенные показатели эффективности позволяют наглядно отразить эффективность функционирования рисовой системы в целом, с учетом состояния земель, занятых и под посевами суходольных культур рисового севооборота, на которых не поддерживается необходимый промывной водный режим, с вытекающими отсюда последствиями ухудшения агро-эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель.

В результате сравнения исследуемых данных по установленным критериям в абсолютном и приведенном виде нами выделены три выраженных характерных периода относительно долевого участия культуры риса в севообороте и его влияние на эколого-мелиоративное состояние системы:

- 1) 1966–1992 гг. – период с высоким содержанием риса в севообороте (75 ... 100%);
- 2) 1993–2001 гг. – период с низким содержанием риса в севообороте (30 ... 33%);
- 3) 2002–2011 гг. – период со средним содержанием риса в севообороте (50 ... 60%).

Сопоставление рассматриваемых периодов по установленному комплексу критериев эффективности функционирования Придунайских РОС выполнено в таблице 1.

Правомерность выделения установленных характерных периодов обосновано результатами выполненного дисперсионного анализа как по абсолютным, так и по приведенным значениям рассматриваемых показателей эффективности на основе сравнения соответствующих теоретических и фактических значений критерия Фишера (см. табл. 1).

Каждый из выделенных периодов функционирования Придунайских РОС имеет ряд особенностей, связанных с социально-экономическими аспектами, погодно-климатическими условиями, принятыми режимами орошения и технологиями выращивания культуры риса, эколого-мелиоративным состоянием орошаемых земель, уровнем агротехники, сортовыми ресурсами и др., что, в конечном итоге, отразилось на достигнутых результатах [2].

Для более наглядного отражения различий в эффективности функционирования Придунайских РОС по каждому из рассматриваемых периодов нами также использованы комплексные показатели в относительном виде (удельные), сочетающие в себе экономическую и технологическую составляющие общей эффективности:

- **показатель продуктивности использования орошаемой воды (α , ц/тыс. м³);**
- **удельное водопотребление культуры риса (μ , м³/ц).**

Показатель α приведен по аналогии с удельной величиной урожая, согласно Зайцеву В.Б. [1], и отражает количество полученного урожая риса (выраженного в центнерах), на производство которого расходуется 1 тыс. м³ орошаемой воды.

В свою очередь, показатель μ отражает количество оросительной воды, расходуемой на производство 1 ц полученного урожая риса.

Динамика изменения удельных показателей эффективности функционирования Придунайских РОС с учетом рассматриваемых характерных периодов представлена на рис. 2.

Согласно рассмотренной динамике изменений показателей эффективности в абсолютном, приведенном и относительном виде первый выделенный период является самым продолжительным (1966–1992 гг.) с наименее выраженной амплитудой их изменений, поскольку это был период с наиболее стабильными социально-экономическими условиями и уровнем финансирования водохозяйственно-мелиоративного комплекса страны, обеспечивающий проектные показатели производства риса в целом по зоне рисосеяния, так и Придунайских РОС. При этом в рамках данного периода погодно-климатические условия территории дельты реки Дунай в целом соответствуют классическим (многолетним) условиям. Основная часть рассмотренных лет приходится на влажные ($p = 30\%$) и средние ($p = 50\%$) расчетные по условиям тепло- и влагообеспеченности периоды вегетации. Однако многолетнее интенсивное выращивание риса с высоким его содержанием в севооборотах привело к увеличению засоренности полей, а в целом завышенные значения оросительных норм относительно их проектного уровня обусловили развитие деградационных процессов на орошаемых землях. В связи с



Рис. 2. Динамика изменения удельных показателей эффективности функционирования Придунайских РОС за период 1966-2011гг. (на примере Килийской РОС)

этим, на большей части территории Придунайских РОС сложилось неблагоприятное эколого-мелиоративное состояние, усиленное наличием в сбросных и дренажных водах пестицидов и их составляющих в количествах, значительно превышающих предельно допустимые концентрации.

Самым низким уровнем эффективности характеризуется второй период (1993–2001 гг.), в котором долевое участие риса снизилось до 30...33%, что связано с изменением социально-экономических условий в стране и вызванным этим отсутствием достаточного финансирования отрасли. При этом с точки зрения климата этот период характеризуется так же как переходный по условиям начала его изменения с выраженным трендом повышения температуры. Основная часть рассмотренных лет здесь приходится на чередование средних ($p = 50\%$) и очень сухих ($p = 90\%$) расчетных по условиям тепло- и влагообеспеченности периодов вегетации. Все это привело к значительному ухудшению эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель за счет изменения выраженного промывного водного режима в первый период на интенсивный выпотной в пределах рассматриваемого периода, что вызвало развитие вторичного засоления орошаемых земель практически на 60% площади системы.

Существенное повышение общей эффективности функционирования Придунайских РОС, по сравнению со вторым периодом, отмечается на протяжении выделенного третьего периода (2002–2011 гг.), что связано, прежде всего, с очередным изменением социально-экономических условий в стране, а именно, переходом экономики на рыночные условия. Наличие высокого и устойчивого спроса обусловило повышение цен на рис, что, в свою очередь, заинтересовало и привлекло инвесторов. С появлением в отрасли инвестора главный акцент сделан на ведение производства на интенсивной основе с использованием современной сельскохозяйственной техники и средств защиты растений, новых высокопродуктивных сортов риса,

отвечающих почвенно-климатическим условиям дельты реки Дунай, внесением всего необходимого комплекса удобрений [3]. Анализ погодных-климатических условий в пределах данного периода подтверждает наличие устойчивой тенденции изменения климата в направлении повышения температуры воздуха и уменьшения количества осадков. Основная часть лет данного периода приходится на сухие ($p = 70\%$) и очень сухие ($p = 90\%$) расчетные по условиям тепло- и влагообеспеченности периоды вегетации. При этом повышение долевого участия риса до 50 ... 60% от площади системы и стремление к соблюдению режимно-технологических требований его выращивания несколько нормализовало эколого-мелиоративное состояние орошаемых земель Придунайских РОС.

Заключение. Таким образом, полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что существует объективная необходимость дальнейшего повышения технологической, экономической и экологической эффективности функционирования Придунайских РОС, в том числе в условиях изменения климата с учетом современных эколого-экономических требований для дальнейшего целенаправленного управления ими на основе комплекса прогнозно-оптимизационных моделей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зайцев, В.Б. Рисовая оросительная система / В.Б. Зайцев – М.: Колос, 1975. – 360 с.
2. Дудченко, В.В. Районування зони рисосіяння України / В.В. Дудченко, М.Ф. Кропивко, Р.В. Морозов, А.І. Чекамова. – Херсон: Стар, 2009. – 95 с.
3. Підвищення ефективності рисових зрошувальних систем України [науково-методичні рекомендації / В.В. Дудченко, Л.М. Грановська, А.М. Рокочинський, С.П. Мендусь [та ін.]. – Херсон-Рівне, 2011. – 104 с.

Материал поступил в редакцию 26.02.13

ROKOCHINSKIY A.N., TURCHENYUK V.A., PRIKHODKO N.V. Assessment the effectiveness of function the Danube rice irrigation systems

The article contains the results of assessment the effectiveness of function the Danube rice irrigation systems based on appropriate analysis of rice crops' rotations productivity, consumption of irrigation water, ecological and ameliorative state the lands of Kiliyska rice irrigation system in the Danube rice irrigation systems.