

Сибири: сб. науч. тр. / АГАУ. – Барнаул, 1997. – С. 51-59.

4. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного баланса орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985.

5. Воробьева Р.П. Использование сточных вод и животноводческих стоков для орошения в условиях Юго-Западной Сибири. – М.: Россельхозакадемия, 1995. – 311 с.

6. Андреев Н.Г. Орошение пастбищ и сенокосов сточными водами. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 125 с.

7. Додолина В.Т. Использование и влияние орошения сточными водами на урожай сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // Технология и эффективность применения сточных вод и животноводческих стоков в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. / ВНИИГиМ. – М., 1988. – С. 117-132.

#### References

1. Zanosova V.I., Makarychev S.V., Pavlov S.A. Otsenka kachestva orositel'nykh vod Yuzhno-Prialeiskoi stepi // Prirodoobustroistvo. – 2010. – № 1. – С. 28-33.

2. Vorob'eva R.P., Dodolina V.T., Merzlaya G.E. Ekologicheski bezopasnye metody

ispol'zovaniya otkhodov. – Barnaul: Izd-vo AGU, 2000. – 554 s.

3. Zanosova V.I. Izmenenie kachestva prirodnykh vod pod vliyaniem antropogeneza // Ekologicheskie problemy ispol'zovaniya vodnykh i zemel'nykh resursov na yuge Zapadnoi Sibiri: sb. nauch. tr., AGAU. – Barnaul, 1997. – С. 51-59.

4. Aidarov I.P. Regulirovanie vodno-solevogo i pitatel'nogo balansa oroshaemykh zemel'. – М.: Agropromizdat, 1985.

5. Vorob'eva R.P. Ispol'zovanie stochnykh vod i zhivotnovodcheskikh stokov dlya orosheniya v usloviyakh Yugo-Zapadnoi Sibiri. – М.: Rossel'khozakademiya, 1995. – 311 s.

6. Andreev N.G. Oroshenie pastbishch i senokosov stochnymi vodami. – М.: Rossel'khozizdat, 1976. – 125 s.

7. Dodolina V.T. Ispol'zovanie i vliyanie orosheniya stochnymi vodami na urozhai sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i plodorodie pochvy / Tekhnologiya i effektivnost' primeniya stochnykh vod i zhivotnovodcheskikh stokov v sel'skom khozyaistve // sb. nauch. tr. / VNIIGiM. – М., 1988. – С. 117-132.



УДК 338.432.5:626.824 Ю.Е. Домашенко, В.В. Васильев, Н.А. Антонова, С.М. Васильев  
Yu.Ye. Domashenko, V.V. Vasilyev, N.A. Antonova, S.M. Vasilyev

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЛЯХ ОРОШЕНИЯ

### ECONOMIC FEASIBILITY OF REPEATED WATER USE ON AGRICULTURAL IRRIGATED FIELDS

**Ключевые слова:** богара, забор воды, капитальные затраты, повторное использование, коллекторно-дренажные воды, поверхностные воды, орошение, поверхностные воды, экономическое обоснование, эффективность.

Коллекторно-дренажный сток с оросительных систем составляет значительный объем воды, который может быть использован повторно. Экономический эффект повторного использования воды обусловлен экономией пресной воды и расширением площади орошения и, в конечном итоге, получением дополнительной сельскохозяйственной продукции. Эффективность повторного использования воды сравнивается с эффективностью ее обычного однократного использования при одинаковых для обоих видов водопользования исходных условиях. Для прогнозной оценки экономической эффективности повторного использования воды приняты следующие исходные данные: структура посевных площадей, урожайность и себестоимость сельскохозяйственной продукции, удельные капитальные затраты. Эффективность повторного использования воды определяется пу-

тем повторного сопоставления эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на площади в богарных условиях (базовый вариант) и при орошении. Планируемая урожайность и себестоимость производства сельскохозяйственных культур приняты для условий Ростовской области. Апробация предложенной методики на Аксайской оросительной системе показала, что прогнозная общая годовая эффективность повторного использования данной категории вод позволит получить прибыль в размере более 3,0 млн руб. и сократить забор природной воды из поверхностных и подземных водоисточников в среднем на 15%. Рассматриваемая методика позволяет получить адекватное экономическое обоснование повторного использования коллекторно-дренажных и поверхностных вод для целей орошения. Кроме того, по предлагаемому методу экономического эффекта повторного использования вод имеет место экологическая составляющая, обусловленная снижением сбросов коллекторно-дренажных и поверхностных вод в водные источники и поступления с ними таких загрязнителей, как пестициды и удобрения.

**Keywords:** dry land, irrigation diversion, capital costs, repeated use, collector and drainage waters, surface water, irrigation, economic feasibility, efficiency.

Collector and drainage water from irrigation systems forms a significant amount of water that may be reused. The economic effect of water reuse is determined by fresh water saving and the expansion of irrigated area and, ultimately, additional agricultural products. The effectiveness of water reuse is compared with the conventional single-use under the same initial conditions. The projected yield and cost of crop production is adopted for the conditions of the Rostov Region. The approbation of the pro-

posed technique in the Aksay Irrigation System has shown that the forecasted total annual efficiency of this water reuse will enable to make a profit of more than 3.0 million rubles and reduce irrigation diversion from surface and underground water sources by an average of 15%. The proposed technique makes it possible obtaining adequate economic feasibility of repeated use of collector, drainage and surface water for irrigation purpose. In addition to the proposed technique of economic effect, there is an environmental component of water reuse due to decreased discharge of collector, drainage and surface water to water sources and the entry of such pollutants as pesticides and fertilizers.

**Домашенко Юлия Евгеньевна**, к.т.н., Российский НИИ проблем мелиорации, Ростовская обл. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Васильев Валерий Владимирович**, аспирант, Российский НИИ проблем мелиорации, Ростовская обл. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Антонова Наталья Александровна**, аспирант, Российский НИИ проблем мелиорации, Ростовская обл. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Васильев Сергей Михайлович**, д.т.н., доцент, Российский НИИ проблем мелиорации, Ростовская обл. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Domashenko Yuliya Yevgenyevna**, Cand. Tech. Sci., Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Rostov Region. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Vasilyev Valeriy Vladimirovich**, post-graduate student, Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Rostov Region. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Antonova Natalya Aleksandrovna**, post-graduate student, Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Rostov Region. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

**Vasilyev Sergey Mikhaylovich**, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Rostov Region. E-mail: domachenko\_u@list.ru.

Необходимость экономного расходования воды в южных районах страны сказалась на перспективе интенсификации использования коллекторно-дренажных и поверхностных вод для регулярного орошения. Экономический эффект повторного использования воды обусловлен экономией пресной воды и расширением площади орошения и, в конечном итоге, получением дополнительной сельскохозяйственной продукции [1].

**Целью** работы является экономическое обоснование повторного использования коллекторно-дренажных и поверхностных вод на сельскохозяйственных полях орошения.

Эффективность повторного использования воды сравнивается с эффективностью ее обычного однократного использования при одинаковых для обоих видов водопользования исходных условиях. Расчеты возможной эффективности производятся в зависимости от постановки задачи повторного использования воды [2, 3].

В первом случае, когда установлен лимит забора воды из источника на орошение, следует исходить из условия одинакового ее забора при повторном и однократном использовании. Тогда определяется величина возможного расширения площади орошения за счет повторного использования воды по формулам [4-6]:

$$\Delta D, \text{га} = D^* - D_0; \quad (1)$$

$$\Delta D, \% = \left( \frac{D^*}{D_0} - 1 \right) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $\Delta D$  – величина расширения площади орошения за счет повторного использования воды;

$D^*$  и  $D_0$  – соответственно, площади орошения нетто на всей системе при повторном и однократном использовании воды, га.

Во втором случае, когда площадь оросительной системы имеет определенный постоянный размер, величина возможного сокращения забора пресной воды из источника в голове системы за счет ее повторного использования рассчитывается по формулам:

$$\Delta q_{\Gamma} = q_{\Gamma} - q_{\Gamma}^*; \quad (3)$$

$$\Delta q_{\Gamma} = \left( 1 - \frac{q_{\Gamma}^*}{q_{\Gamma}} \right) \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\Delta q_{\Gamma}$  – сокращение забора пресной воды из источника за счет ее повторного использования, м<sup>3</sup>/с;

$q_{\Gamma}$  и  $q_{\Gamma}^*$  – соответственно, величины забора пресной воды из источника в голове оросительной системы при ее однократном и повторном использовании, м<sup>3</sup>/с.

Если на основании результатов расчетов по расширению орошаемой площади на оросительной системе, на которой предусматривается повторное использование коллекторно-дренажной и поверхностных вод, устанавливается, что расчетный размер расширения превышает площадь подходящего для этого земельного участка, тогда дополнительная площадь определяется исходя из конкретных условий. В этом случае кроме установленной площади рассчитывается также возможная экономия пресной воды по формуле:

$$\Delta q_r = (\Delta D - \Delta D') \frac{D_o \cdot a \cdot 10^{-3}}{D_o + \Delta D}, \quad (5)$$

где  $\Delta D'$  – величина расширения орошаемой площади за счет повторного использования воды, ограниченная наличием земельного фонда, га;

$a$  – гидромодуль орошения брутто, л/га.

Если из реки или водохранилища можно забрать воды на оросительную систему с повторным ее использованием меньше на величину  $\Delta D_r$ , то эта сэкономленная вода может быть использована на поливы в другом месте. При однократном использовании сэкономленной воды площадь, которую можно оросить ею, будет равна  $\Delta D_r / a \cdot 10^{-3}$ , при повторном использовании сэкономленной воды эту площадь можно расширить.

Расчет годового экономического эффекта от повторного использования воды производится согласно действующей инструкции [5] по формуле:

$$\Theta = [(S - 3) - (\bar{S} - \bar{3})] \cdot F, \quad (6)$$

где  $F = \Delta D$  – в случае расширения площади орошения при неизменном лимите забора пресной воды на рассматриваемую систему с повторным ее использованием;

$F = \Delta D_r / a \cdot 10^{-3} + \Delta DP$  – в случае сокращения забора пресной воды из источника при неизменной площади орошения рассматриваемой системы с повторным использованием воды;

$\Delta D''$  – величина расширения площади, орошаемой сэкономленной водой  $\Delta D_r$ , за счет ее повторного использования на этой площади, расположенной за пределами рассматриваемой оросительной системы, га;

$S$  и  $\bar{S}$  – соответственно, объем производства сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении с одного осредненного гектара площади  $F$  при ее орошении и без орошения, руб/га;

$3$  и  $\bar{3}$  – приведенные затраты на объем сельскохозяйственной продукции, получаемой с одного осредненного гектара площади  $F$  при её орошении, руб/га.

Объем производства сельскохозяйственной продукции в стоимостном выражении рассчитывается по формулам:

$$S = \sum_{i=1}^n (C \cdot Y \cdot I)_i; \quad (7)$$

$$\bar{S} = \sum_{i=1}^n (\bar{C} \cdot \bar{Y} \cdot \bar{I})_i, \quad (8)$$

где  $C$  и  $\bar{C}$  – закупочные цены сельскохозяйственных культур, возделываемых на площади  $F$  при ее орошении и без орошения, руб/ц;

$Y$  и  $\bar{Y}$  – урожайность сельскохозяйственных культур на площади  $F$  при ее орошении и без орошения, ц/га;

$I$  и  $\bar{I}$  – коэффициент насыщения сельскохозяйственных культур, возделываемых на площади  $F$  при ее орошении и без орошения, доли единицы;

$i$  – индекс сельскохозяйственных культур, возделываемых на площади  $F$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

Приведенные затраты на объем сельскохозяйственной продукции, получаемой с одного осредненного гектара, рассчитывается по формулам [5, 7]:

$$P = C + EK; \quad \bar{P} = \bar{C} + \bar{E}\bar{K}, \quad (9)$$

где  $C$  и  $\bar{C}$  – себестоимость объема сельскохозяйственной продукции, получаемой с одного осредненного гектара площади  $F$ , при ее орошении и без орошения, руб/га;

$K$  и  $\bar{K}$  – удельные капитальные вложения в производственные фонды на площади  $F$  при ее орошении и без орошения;

$E$  – норма дисконта, согласно инструкции [2], равная 0,15.

Себестоимость производства сельскохозяйственной продукции при повторном использовании воды имеет следующую структуру:

$$C = C_1 + C_2 - C_3, \quad (10)$$

где  $C_1$  – себестоимость производства сельскохозяйственной продукции при орошении без повторного использования воды на площади  $F$ , руб/га;

$C_2$  – дополнительная себестоимость производства сельскохозяйственной продукции, обусловленная повторным использованием воды, предложенная на площадь  $F$  (затраты на эксплуатацию насосных станций), руб/га;

$C_3$  – уменьшение себестоимости производства сельскохозяйственной продукции за счет повторного использования воды, переложенное на площадь  $F$  (сокращение эксплуатационных затрат на очистку каналов от ила, экономия электроэнергии или дизельного топлива в случае механического забора воды

на оросительную систему сброса с нее коллекторно-дренажного стока и т.п.), руб/га.

Удельные капитальные вложения в производственные фонды при повторном использовании воды имеют следующую структуру:

$$K = K_1 + K_2 - K_3, \quad (11)$$

где  $K_1$  – стоимость строительства 1 га оросительной системы на площади  $F$ , руб/га;

$K_2$  – дополнительные капитальные затраты, обусловленные повторным использованием воды, переложённые на площадь  $F$ , (насосные станции, регулирующие водоемы, подводящие каналы), руб/га;

$K_3$  – уменьшение капитальных вложений за счет повторного использования воды, переложённое на площадь  $F$  (сокращения сечения каналов, уменьшение расхода бетона на гидротехнические сооружения, уменьшение мощностей насосных станций в случае механического забора воды на оросительную систему и сброса с нее коллекторно-дренажного стока и т.п.), руб/га.

Когда на рассматриваемой оросительной системе с повторным использованием воды имеет место одновременно расширение площади орошения (на величину  $\Delta D'$ ) и экономия пресной воды, тогда размер площади «А» определяется по формуле:

$$A = \Delta D' + \left( \Delta D - \Delta D' \right) \frac{D_o \cdot a}{D_o + \Delta D} + D''. \quad (12)$$

В качестве примера реализации предлагаемой методики рассмотрим случай повторного использования коллекторно-дренажных и поверхностных вод в условиях Аксайской оросительной системы.

Величина  $\Delta D_r$  определена по формулам (1) и (2):

Для  $C_{\max} = 1,0$  г/л

$$\Delta D_r = 21,95 - 17,57 = 4,38 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$\Delta D_r = \left( 1 - \frac{17,57}{21,95} \right) \cdot 100\% = 19,94 \text{ \%}.$$

Для  $C_{\max} = 1,5$  г/л

$$\Delta D_r = 21,95 - 17,38 = 4,57 \text{ м}^3/\text{с},$$

$$\Delta D_r = \left( 1 - \frac{17,38}{21,95} \right) \cdot 100\% = 20,84 \text{ \%}.$$

Расчет годового экономического эффекта от повторного использования воды произведен по формуле (6), в которой параметр  $F = \Delta D_r / a \cdot 10^{-3}$ .

Параметр  $F$  отражает размер площади, которую можно оросить за пределами Аксайской оросительной системы сэкономленной водой ( $\Delta D_r$ ). При этом на площади  $F$  предусматривается однократное использование воды.

Эффективность повторного использования воды определяется путем повторного сопоставления эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на площади  $F$  в богарных условиях (базовый вариант) и при орошении.

Размер площади  $F$  изменяется в зависимости от принятой величины предельно допустимой минерализации поливной воды. При  $C_{\max} = 1$  г/л площадь  $A = 11198$  га, при  $C_{\max} = 1,5$  г/л –  $A = 11702$  га.

Планируемая урожайность и себестоимость производства сельскохозяйственных культур приняты для условий Ростовской области, их закупочные цены – согласно прейскуранту.

Объем производства сельскохозяйственной продукции и приведенные затраты на один осредненный гектар площади  $F$  при ее орошении и без орошения рассчитаны по формулам (7) – (11).

$$S = 8000 \cdot 2 \cdot 0,3 + 10000 \cdot 6,0 \cdot 0,197 = 16620 \text{ руб/га};$$

$$S = 8000 \cdot 1,2 \cdot 0,063 + 10000 \cdot 3,0 \cdot 0,197 = 8790 \text{ руб/га}.$$

Удельная себестоимость производства сельскохозяйственной продукции с 1 га орошаемой площади  $F$  для условий Ростовской области составляет 10000 руб/га и на богаре – 7000 руб/га, величина удельных капитальных вложений  $F$  составляют 30000 руб/га. Капитальные вложения на площади  $F$  в условиях богары приняты равными нулю.

В соответствии с произведенными расчетами приведенные затраты на объем сельскохозяйственной продукции с 1 га площади  $F$ , при ее орошении и без орошения, равны:

$$\Pi = 10000 + 0,15 \cdot 30000 = 14500 \text{ руб/га};$$

$$\bar{\Pi} = 5000 + 0,15 \cdot 0 = 7000 \text{ руб/га}.$$

Прогнозная удельная годовая экономическая эффективность от повторного использования воды в случае орошения площади  $F$  сэкономленной водой  $\Delta Q_r$  составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = [(16620 - 14500) - (8790 - 7000)] = 330 \text{ руб/га}.$$

Прогнозная общая годовая эффективность повторного использования воды будет:

при  $C_{\max} = 1$  г/л

$$\mathcal{E} = 330 \cdot A = 330 \cdot 11198 = 3695340 \text{ руб.};$$

при  $C_{\max} = 1,5$  г/л

$$\mathcal{E} = 330 \cdot A = 330 \cdot 11702 = 3861660 \text{ руб.}$$

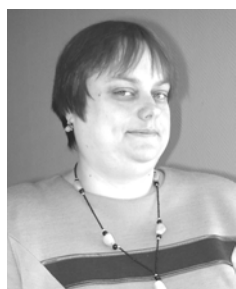
Таким образом, представленная методика позволяет получить адекватное экономическое обоснование повторного использования коллекторно-дренажных и поверхностных вод для целей орошения. В частности апробация предложенной методики на Аксайской оросительной системе показала, что прогнозная общая годовая эффективность повторного использования данной категории вод позволит получить прибыль в размере более 3,0 млн руб.

**Библиографический список**

1. Кропина Е.А. Перспективы повторного использования дренажно-сбросных вод для орошения // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 2. – С. 22-23.
2. Райзберг В.А. Курс экономики. – М.: ИНФРА, 2005. – 720 с.
3. Зарипова Г. Повышение финансовой устойчивости предприятий АПК // Экономика сельского хозяйства России. – 2001. – № 10. – С. 31.
4. Инструкция (методика) по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ. Утверждено 22 сентября 1972 г. – М., 1972. – 35 с.
5. СН 509-78 Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Утверждено 13 декабря 1978 г. – М., 1978. – 51 с.
6. Кудин М.Ф. Системный подход к повышению эффективности земельно-водных ресурсов // Эффективность мелиорации и водного хозяйства. – М.: Агропромиздат, 1986. – 142 с.
7. РД-АПК 300.01.003-03. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. Утверждено 24 января 2003 г. – М., 2003. – 130 с.

**References**

1. Kropina E.A. Perspektivy povtornogo ispol'zovaniya drenazhno-sbrosnykh vod dlya orosheniya / Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 2010. – № 2. – S. 22-23.
2. Raizberg V.A. Kurs ekonomiki. – M.: INFRA, 2005. – 720 s.
3. Zaripova G. Povyshenie finansovoi ustoychivosti predpriyatii APK // Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. – 2001. – № 10. – S. 31.
4. Instruktziya (metodika) po opredeleniyu ekonomicheskoi effektivnosti kapital'nykh vlozhenii v oroshenie i osushenie zemel' i obvodnenie pastbishch. Utverzhdno 22 sentyabrya 1972 g. – M., 1972. – 35 s.
5. SN 509-78 Instruktziya po opredeleniyu ekonomicheskoi effektivnosti ispol'zovaniya v stroitel'stve novoi tekhniki, izobretenii i ratsionalizatorskikh predlozhenii. Utverzhdno 13 dekabrya 1978 g. – M., 1978. – 51 s.
6. Kudin M.F. Sistemnyi podkhod k povysheniyu effektivnosti zemel'no-vodnykh resursov // Effektivnost' melioratsii i vodnogo khozyaistva. – M.: Agropromizdat, 1986. – 142 s.
7. RD-APK 300.01.003-03. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke effektivnosti investitsionnykh projektov melioratsii sel'skokhozyaistvennykh zemel'. Utverzhdno 24 yanvaryaya 2003 g. – M., 2003. – 130 s.



УДК 581.1

**Е.Ю. Колмогорова, О.А. Неверова**  
Ye.Yu. Kolmogorova, O.A. Neverova

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ  
НА УСТОЙЧИВОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ,  
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПОРОДНОГО ОТВАЛА УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА**

**THE EFFECT OF SOME COMPONENTS OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM ON THE RESISTANCE  
OF WOODY PLANTS GROWING UNDER THE CONDITIONS OF COAL PIT WASTE DUMP**

**Ключевые слова:** породный отвал, антиоксидантная система, древесные растения, нарушенные земли, фенольные соединения, аскорбиновая кислота, жизненное состояние, сосна обыкновенная, береза повислая, устойчивость.

**Keywords:** rock waste dump, antioxidant system, woody plants, disturbed lands, phenolic compounds, ascorbic acid, vital status, Scots pine, silver birch, resistance.