

Экономика природообустройства и управление природными ресурсами

УДК 502/504 : 338 : 626.810

В. И. ОЛЬГАРЕНКО, И. В. ОЛЬГАРЕНКО

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Новочеркасская государственная мелиоративная академия»

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Изложена методология определения основных технических и экономических показателей эффективности планирования и реализации водопользования как на отдельных сельскохозяйственных предприятиях различных форм собственности, так и на оросительной системе в целом.

Показатели эффективности планирования и реализации водопользования, оросительная система, методы системного и функционально-структурного анализа, сохранение природной среды, полевые исследования.

There is stated a methodology of determination of basic technical and economic indices of planning efficiency and realization of water usage both in certain agricultural enterprises of various forms of privacy and in the whole irrigation system.

Indices of efficiency of planning and water usage realization, irrigation system, methods of systematic and functional-structural analysis, conservation of environment, field researches.

Проведенные научно-аналитические обобщения и экспериментальные исследования позволили обосновать основные принципы создания экологически сбалансированных оросительных систем, используя методы системного

и функционально-структурного анализа с учетом методологии ландшафтного подхода. Плановое водопользование – это управляемый технологический процесс, включающий комплекс организационных, технических и

технологических мероприятий на водохозяйственном объекте (оросительная система или отдельные ее звенья, сельскохозяйственные предприятия различных форм собственности, фермерские хозяйства) по оптимальному регулированию водного, теплового, воздушного и питательного режимов сельскохозяйственных культур, выполнению мероприятий, обеспечивающих надежную работу всех конструктивных элементов системы и орошаемых участков, имеющегося оборудования и поливной техники.

Плановое водопользование – это основа оперативной деятельности как отдельных сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств, так и оросительной системы в целом. Цель планирования – получение экономически обоснованных урожаев сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почв, обеспечение нормального мелиоративного состояния земель, высокой надежности в период эксплуатации сооружений и всего технологического оборудования при обязательном сохранении окружающей природной среды и создании цивилизованных условий для производственной деятельности населения.

Для оценки эффективности планирования и реализации процесса водопользования был проведен сбор и анализ научно-аналитических и технических материалов, а также многофакторные исследования учеными Южного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (РосНИИПМ) и Новочеркасской государственной гидромелиоративной академии в различные временные периоды на оросительных системах Северного Кавказа, в том числе в течение 1998–2008 гг. на объектах-представителях: Богаевско-Садковской, Нижне-Донской и Веселовской оросительных системах Ростовской области, а также на системах республик Дагестан, Кабардино-Балкария и Адыгея. Это позволило усовершенствовать существующие и разработать новые методологические подходы к оценке эффективности планиро-

вания и реализации основных технологических процессов водопользования как для отдельных сельскохозяйственных предприятий различных форм собственности, так и для оросительных систем в целом. Авторами предложена система технико-экономических показателей, оперативных и итоговых, характеризующая технический уровень оросительной системы в целом и отдельных участков орошения, а также эффективность использования оросительной воды и оценку эффективности орошения.

Оперативные показатели позволяют систематически оценивать реализацию планирования водопользования в разрезе часов, суток, пентад, декад. К ним относят физическую площадь полива, гектарополивы, водоподачу на орошение, в том числе в расчете на один гектар; КПД оросительной сети η , коэффициент обеспеченности водой сельскохозяйственных культур $\eta_{\text{БК}}$, коэффициент использования воды на поле $\eta_{\text{п}}$, общий коэффициент полезного использования оросительной воды в системе $\eta_{\text{ос}}$ и хозяйстве $\eta_{\text{ох}}$.

По итоговым показателям оценивают эффективность водопользования за месяцы, вегетационный период и год с учетом результатов сельскохозяйственного производства. Они включают весь перечень оперативных показателей и дополнительно следующие: расчетную и фактическую оросительные нормы; себестоимость водоподачи; себестоимость полезно используемой воды; эффективность использования орошаемого гектара оросительной воды; срок окупаемости основных фондов; дополнительный чистый доход; рентабельность.

Проведенные многолетние полевые исследования на оросительных системах Северного Кавказа по изучению распределения оросительной воды как для системы в целом, так и для отдельных водопользователей позволили установить фактические количественные показатели расходных статей оросительной воды по всем звеньям системы и усовершенствовать методику

определения общего коэффициента полезного использования оросительной воды на системе и для отдельного водопользователя, который определяется по модифицированной зависимости А. Н. Костякова:

$$\eta_o = \eta \eta_{\text{пр}} \eta_{\text{вк}},$$

где η_o – общий коэффициент полезного использования оросительной воды; η – коэффициент полезного действия межхозяйственной (внутрихозяйственной) оросительной сети; $\eta_{\text{пр}}$ – коэффициент продуктивного использования оросительной воды на полях; $\eta_{\text{вк}}$ – коэффициент обеспечения водой сельскохозяйственных культур.

Указанные коэффициенты определяются по фактическим объемам оросительной воды, распределяемым по соответствующим элементам системы и полям орошения.

Коэффициент обеспечения водой сельскохозяйственных культур

$$\eta_{\text{вк}} = FE' / W_{\text{п}},$$

где F – площадь поля, га; E' – водопотребление растений на единицу площади за минусом используемых естественных ресурсов влаги, м³/га; $W_{\text{п}}$ – фактический полезный объем оросительной воды, расходуемый на формирование урожая сельскохозяйственных культур, м³.

Коэффициент продуктивного использования оросительной воды определяется по зависимости

$$\eta_{\text{пр}} = W_{\text{п}} / W_{\text{н}},$$

где $W_{\text{п}}$ – полезный объем воды, ушедший на формирование урожая сельскохозяйственных культур, м³; $W_{\text{н}}$ – объем воды (нетто), поданной на орошение, м³.

Значение $\eta_{\text{вк}}$ должно быть равно единице. В этом случае расчетное полезное водопотребление растений и фактический полезный объем оросительной воды на поле будут равны и, следовательно, растение будет полностью обеспечено водой.

Общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе и все составляющие его коэффициенты теоретически должны стремиться к единице, а практически составляют не менее 0,95. Выполнение этого условия характеризует оросительную систему как технически совершенную с оптимальным распределением и использованием оросительной воды и доведением до растений ее расчетного объема.

Для обоснования обобщающих показателей эффективности планирова-

ния водопользования на первой стадии предложено использовать коэффициент ритмичности, который характеризуется коэффициентом плановых и фактических величин по всем показателям планового водопользования за определенный интервал времени – сутки, пентаду, декаду, месяц, год (использован математический аппарат линейной корреляции).

Степень сопряженности в вариациях двух значений (планового и фактического) более точно измеряют квадратом коэффициента корреляции, величина которого указывает, насколько принятая изменчивость одного признака объясняется изменчивостью другого, а остальная часть сопряженности обусловлена другими факторами.

При $R < 0,3$ считают, что корреляционная зависимость между признаками слабая, при $R = 0,3 \dots 0,7$ – средняя, а при $R > 0,7$ – сильная.

Зависимость между фактически-ми и плановыми значениями показателей для оценки планового водопользования в общем виде можно выразить уравнением регрессии:

$$W_{\text{ф}} = a + bW_{\text{п}},$$

где $W_{\text{ф}}$ – фактическое значение выбранного оперативного показателя за установленный интервал времени; a – параметр уравнения; b – выборочный коэффициент регрессии; $W_{\text{п}}$ – плановое значение соответствующего показателя за тот же интервал времени.

Многолетние исследования, проведенные авторами на оросительных системах Республики Дагестан, Ростовской области, позволили установить значение коэффициентов ритмичности и получить соответствующее уравнение регрессии по основным показателям планового водопользования. В процессе анализа данных установлено, что большая часть результатов соответствует значениям средней корреляционной зависимости между признаками и небольшая часть – сильной. Анализ значений коэффициентов детерминации показал, что прямая зависимость основных плановых показателей водопользования и фактических составила в среднем не более 50 %, а остальная

часть сопряженности обусловлена другими факторами. Поэтому коэффициент ритмичности, характеризуя только общие закономерности, не может с достаточной точностью и научным содержанием характеризовать процесс водопользования на оросительных системах. Это объясняется значительным комплексом факторов, влияющих на процесс реализации планового водопользования: природных, технических, технологических, организационных и специфических для каждого орошаемого региона. Поэтому актуальной стала детализация коэффициента ритмичности с разделением функций, влияющих на его величину.

Для решения данной задачи были продолжены дальнейшие научно-информационные и полевые исследования.

Роль природных факторов определяется в основном осадками, поэтому по их влиянию на коэффициент ритмичности можно установить зависимость природных факторов от остальных, определить степень влияния природных факторов, оценить современный уровень технологий планирования и реализации планов водопользования. С этой целью предложен коэффициент точности процесса планирования, который определяется по следующей зависимости:

$$КТП = 1 - \sigma_{\Delta w} / \sigma_{w\phi}, \quad (5)$$

где $\sigma_{\Delta w}$ – среднеквадратическое отклонение величин расхождения между плановой и фактической водоподачей; $\sigma_{w\phi}$ – среднеквадратическое отклонение для величин фактической водоподачи за рассматриваемый период.

Если $КТП > 0,5$, планирование можно признать хорошим; если $КТП$ изменяется в пределах от $0,5$ до $0,3$ – планирование удовлетворительное; если $КТП < 0,3$ – планирование производится с существенными ошибками.

Значимым показателем, расширяющим понятие коэффициента точности планирования, является коэффициент эффективности планирования, который определяется так:

$$КЭФ = V_{wн} / V_p, \quad (6)$$

где $V_{wн}$, V_p – коэффициенты вариации плановых значений водозабора в систему и осадков за рассматриваемый период соответственно.

Если $КЭФ$ изменяется в пределах $0,9...1,1$, то планы водопользования составляются на хорошем методологическом уровне, с достаточной степенью учета влияния технологических и природных факторов на процесс водопользования; если $0,9 > КЭФ > 0,7$ или $1,3 > КЭФ > 1,1$ – планирование на удовлетворительном уровне; если $КЭФ$ менее $0,7$, или более $1,3$ – планирование водопользования признается неудовлетворительным.

Данный показатель можно рассчитать и по фактически полученным значениям величины забора воды в систему в результате реализации планов водопользования. Тогда коэффициент эффективности при реализации планов ($КЭР$) определится по следующей зависимости:

$$КЭР = V_{w\phi} / V_p,$$

где $V_{w\phi}$ и V_p – коэффициенты вариации фактических значений величин забора воды в систему и осадков за рассматриваемый временной период соответственно.

Комплексной характеристикой гидрометеорологических факторов, влияющих на точность и достоверность определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, является испаряемость, за которую можно принять испаряемость водной поверхности (суточные величины). Поэтому для характеристики эффективности реализации планового водопользования вводится показатель, показывающий взаимосвязь испаряемости с дефицитом естественного увлажнения PW , который определяется так:

$$PW = E_{\text{ш}} - P,$$

где $E_{\text{ш}}$ – испаряемость за рассматриваемый интервал времени, мм; P – эффективные осадки за такой же интервал времени, мм.

Величину испаряемости за каждые сутки определяют по данным ближайших метеостанций (испаряемости ГГИ-3000). В случае отсутствия данных метеостанций величину испаряемости можно определить по уравнению Н. Н. Иванова:

$$E_{\omega} = 0,006(t + 25)^2(1 - 0,01r),$$

где t – среднесуточная температура воздуха; r – среднесуточная относительная влажность воздуха.

В конечном итоге оценка качества

реализации планового водопользования выражается коэффициентом устойчивости:

$$K_{\text{УВ}} = V_{\text{Wф}} / V_{(E_0 - P)}, \quad (10)$$

где $V_{\text{Wф}}$, $V_{(E_0 - P)}$ – коэффициенты вариации фактических значений соответствующих показателей водопользования и дефицита естественного увлажнения за рассматриваемый интервал времени.

Полученные показатели следует использовать в разрезе полного перечня нормативных величин, определяемых при составлении и реализации внутрихозяйственных планов водопользования.

Экономическая эффективность водопользования определяется по следующим показателям:

себестоимость водоподдачи, р./м³,

$$c_{\text{в}} = C_{\text{ор}} / W_{\text{г}},$$

где $C_{\text{ор}}$ – годовые затраты на орошение, р.; $W_{\text{г}}$ – водоподдача, м³;

себестоимость полезно используемой воды, р./м³,

$$C_{\text{пив}} = C_{\text{ор}} / W_{\text{п}},$$

где $W_{\text{п}}$ – объем полезно используемой воды на орошение, м³;

эффективность использования орошаемого гектара, р./га,

$$\mathcal{E}_0 = \text{ЧД}_0 / F,$$

или

$$\mathcal{E}_0 = \text{ДЧД}_0 / F,$$

где ЧД_0 – чистый доход, полученный от орошения, р.; F – площадь орошения, га; ДЧД_0 – дополнительный чистый доход, получаемый от орошения, р.;

эффективность использования оросительной воды, р./га,

$$\mathcal{E}_{\text{пив}} = \text{ЧЦ}_0 / W_{\text{п}},$$

или

$$\mathcal{E}_{\text{пив}} = \text{ДЧД}_0 / W_{\text{п}},$$

где $W_{\text{п}}$ – объем полезно используемой воды на орошение, м³.

Плановые оперативные и итоговые показатели вычисляются за определенный интервал времени при планировании производственно-финансовой деятельности хозяйств, отдельных водопользователей, оросительных систем.

Выводы

Точность определения показателей эффективности водопользования увеличивает и значительно расширяет пределы их применения в расчетной и

эксплуатационной практике при использовании относительных величин показателей плановых и фактических значений с последующим применением стандартной методики статистической обработки экспериментальных данных.

С целью автоматизации расчетов показателей эффективности планирования и реализации водопользования разработаны алгоритмы и специализированные программы для определения числовых значений параметров. Это научно обоснованная база для организации и проведения оптимального управления технологическими процессами водораспределения как оросительной системы в целом, так и отдельных водопользователей, включающая необходимую информацию по эффективности работы в любом интервале времени.

Список литературы

1. **Костяков, А. Н.** Основы мелиорации [Текст] / А. Н. Костяков. – М. : Изд-во сельскохозяйственной литературы, 1960. – 520 с.
2. **Ольгаренко, В. И.** Современная концепция эксплуатации оросительных систем [Текст] / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко // МиВх. – 1999. – № 2. – С. 21–22.
3. **Ольгаренко, В. И.** Эксплуатация и мониторинг мелиоративных систем [Текст] / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, В. Н. Рыбкин : учебник для студентов вузов. – Коломна, 2006. – 390 с.
4. **Ольгаренко, И. В.** Управление технологическими процессами на экологически сбалансированных оросительных системах [Текст] / И. В. Ольгаренко // МиВх. – 2007. – № 4. – С. 26–31.
5. Гидромелиоративные системы нового поколения [Текст] / Б. Б. Шумаков [и др.]. – ВНИИГИМ, 1997. – 109 с.

Материал поступил в редакцию 29.04.09.

Ольгаренко Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАСХН, зав. кафедрой «Эксплуатация мелиоративных систем»

Тел. 8 (6352) 2-39-86

Ольгаренко Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Мелиорация земель»

Тел. 8 (6352) 2-03-63