

УДК 330.15: 631.67

Доктор техн. наук

Ж.С. Мустафаев *

Доктор техн. наук

А.Т. Козыкеева *

Канд. техн. наук

А.Д. Рябцев *

Канд. экон. наук

К.Ж. Мустафаев *

**ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМЫХ НОРМ
ВОДОПОТРЕБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ С
УЧЕТОМ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

*НОРМА ВОДОПОТРЕБНОСТИ, ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ,
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ, ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ,
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА, ПРИРОДНАЯ СИСТЕМА*

Современная деградация речных бассейнов показывает, что нормы орошения сельскохозяйственных культур базируются на создании водоемких технологий, не соответствующих принципам мелиорации сельскохозяйственных земель и экологии. На основе принципов малоотходных и безотходных технологий предложено нормирование водопотребности сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих создание ресурсосберегающих технологий орошения.

В настоящее время существенное влияние на экологическое состояние основных компонентов природной системы (водные ресурсы, атмосферный воздух, почва, растительный и животный мир) оказывает деятельность человека, являющегося основным потребителем природных ресурсов.

Сельское хозяйство является главным потребителем водных ресурсов, используя до 30 % от общего забора воды в народном хозяйстве, а на орошение и обводнение расходуется около 70 % от водозабора на нужды агропромышленного комплекса.

Приведенная выше информация свидетельствует о высокой роли водных ресурсов в функционировании не только природных, но и природно-техногенных систем, обеспечивающих продовольственную безопасность человечества. В современное время ежегодно растет объем водопотребления, особенно в отраслях сельского хозяйства, несмотря на то, что

* Таразский ГУ им. М.Х. Дулати, г. Тараз

источники пресной воды на земле являются ограниченными и в связи с изменением климата, их возобновимый уровень каждый год снижается. С учётом этой тенденции сельское хозяйство должно развиваться при постоянном уменьшении удельного водопотребления. Это возможно реализовать за счёт рационализации водопользования, модернизации оросительных систем, совершенствования систем управления и контроля, информационного обеспечения водораспределения, применения водоэнергосберегающих, экологически безопасных технологий и техники орошения.

Однако в результате хозяйственной деятельности за последнее столетие потребление водных ресурсов в орошаемой земледелии (наряду с другими природными ресурсами) в бассейне Аральского моря возросло с 5300 до 15400 м³/га (табл. 1).

Таблица 1

Динамика орошаемых площадей, водозаборов и коллекторно-дренажного стока в бассейне Аральского моря [7]

Период	К концу периода				Удельный водозабор, м ³ /га	Коллекторно-дренажный сток, км ³
	площадь, млн. га	% засоленных земель	водозабор, км ³	минерализация воды, г/дм ³		
1900...1915	3,246	3...5	10...15	0,3...0,4	2...6	
1916...1931	3,071	5...10	20	0,3...0,5	5,3	
1932...1940	4,337	16...20	26,1	0,3...0,5	6,0	
1941...1950	4,545	25...30	32,1	0,3...0,6	7,1	1...2
1951...1960	4,982	56	40,4	0,3...0,7	8,2	5...6
1961...1970	5,129	56	50,3	0,5...1,0	9,8	10...12
1971...1980	6,127	56	65,8	0,7...1,0	10,7	29...30
1981...1985	6,930	51...60	86,0	1,0...1,25	12,4	32...34
1986...1990	6,920	60...62	106,8	1,0...1,8	15,4	
1991...1995	7,600	62...63	106,4	1,2...1,8	14,0	29,6
1996...2000	7,990	63...64	94,7	1,4...1,8	11,9	
2001...2005	7,983	64...65		1,4...1,8		

Следует отметить, что произошло снижение объема безвозвратного водопотребления, увеличение объемов загрязненных возвратных вод и, как следствие, загрязнение водных объектов. Наблюдается низкая эффективность использования водных ресурсов в сельском хозяйстве, оцениваемая удельным водозабором для орошения.

Не способствует эффективному использованию всех видов ресурсов (включая водные) в сельском хозяйстве (орошаемом земледелии) и действующая нормативно-методическая база, т.е. методика и принцип нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий. Кроме того, действующими нормативно-методическими документами предусматривается промывной режим, размер которого составляет 10...25 % от величины оросительной нормы [2, 9].

Затраты оросительной воды, необходимые для поддержания благоприятного водно-солевого режима почв, возрастали по мере увеличения ее минерализации. Закономерность увеличения оросительной нормы (O_p) по мере роста минерализации оросительной воды (C_2) можно раскрыть, преобразовав формулу С.Ф. Аверьянова [1]:

$$\bar{O}_p = O_p / (E - O_c) = \{ [1 / (1 - \bar{C}_2)] [(\bar{C}_o - 1) / \bar{\Delta}] + 1 \},$$

где $\bar{C}_2 = C_2 / C_{дон}$; $\bar{C}_o = C_o / C_{дон}$; $\bar{\Delta} = \Delta / \lambda \cdot m$; \bar{C}_2 – минерализация оросительной воды; \bar{C}_1 – минерализация грунтовых вод; $C_{дон}$ – допустимая минерализация почвенного раствора; Δ – глубина грунтовых вод; λ – параметр гидродисперсии; m – пористость почвы.

Как видно из формулы С.Ф. Аверьянова, чем ближе к поверхности грунтовые воды и чем выше их минерализация, тем больше величины оросительных норм. Из формулы С.Ф. Аверьянова, как частный случай, вытекает зависимость оросительной нормы \bar{O}_p от глубины уровня грунтовых вод $\bar{\Delta}$, когда грунтовые воды пресные ($\bar{C}_1 = 0$) и орошение ведется пресной водой ($\bar{C}_2 = 0$): $\bar{O}_p = 1 - (1 / \bar{\Delta})$.

При минерализованных грунтовых водах зависимость оросительной нормы \bar{O}_p от минерализации поливной воды (\bar{C}_2) имеет следующий вид: $\bar{O}_p = O_p / (E - O_c) = 1 / (1 - \bar{C}_2)$.

Аналогичная зависимость для определения почвенно-мелиоративной нормы орошения земель предложена сотрудниками Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства, которая имеет вид:

$$O_p^m = (O_p - E \cdot K_c \cdot K_c) / K_m,$$

где O_p^m – оросительная норма, обеспечивающая мелиоративное благополучие орошаемых земель, м³/га; O_p – оросительная норма (нетто) при благоприятных почвенно-мелиоративных условиях; E – суммарное водопотребление; K_c – коэффициент, учитывающий долю возможного использования грунтовых вод в водопотреблении сельскохозяйственных культур; K_c – коэффициент, учитывающий размеры допустимого участия грунтовых вод в субиригации при изменении их минерализации; K_m – мелиоративный коэффициент, учитывающий степень засоления и соленотдачи почв в зоне аэрации.

При этом с одной стороны, с ростом минерализации грунтовых вод величина коэффициента, учитывающая размеры допустимого участия грунтовых вод в субиригации стремится к нулю, т.е. $C_1 \rightarrow \infty$, $K_c \rightarrow 0$, с другой стороны, с ростом степени засоления почвы ($S \rightarrow \infty$), значения мелиоративного коэффициента стремится к нулю ($K_m \rightarrow 0$).

Таким образом, использование биологических оросительных норм неизбежно приводит к искусственному завышению проектного (планового) объема водозабора на орошение и рост нагрузки на природную среду (загрязнение водных объектов, эрозия, засоление и осолонцевание почв, подъем уровня грунтовых вод, сработка запасов и ухудшение состава гумуса, снижение природного плодородия почв и т.д.), и противоречит принципам безотходных и малоотходных технологий, являющихся основой создания ресурсосберегающих технологий орошения.

На основе закона пирамиды энергии Р. Линдемана, можно сформировать пирамиду нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий: транспирация растительного покрова, экологическая водопотребность сельскохозяйственных угодий, биологическая водопотребность сельскохозяйственных культур, почвенно-мелиоративная водопотребность агроландшафтов, обеспечивающих регулирование мелиоративного режима почвы [3].

Ретроспективный анализ научного обоснования нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий показывает, что с целью получения рекордных урожаев, за счет создания комфортных условий для растений, были нарушены основные принципы водосбережения в системе природопользования и мелиорации сельскохозяйственных земель. Вместо того, чтобы искать пути ликвидации физического испарения в составе сум-

марного водопотребления, всегда стремились к его увеличению, с оговорками комплексного регулирования основных факторов среды обитания были направлены не для познаний причины ухудшения почвенно-мелиоративного состояния агроландшафтов, а борьбы со следствием.

На основе принципов создания водоемких технологий орошения разработаны «Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР» [10] и «Отраслевые нормативы удельных затрат воды при регулярном и лиманном орошении по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан» [6], а также в стратегии перспективного развития бассейна Аральского моря, где базовые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий составляют 11700...14000 м³/га и национальном плане – 9200...1040 м³/га [8], что превышает в полтора раза испаряемость соответствующих энергетических ресурсов региона. По сценарию сохранения существующих тенденций социально-экономического развития и технологии орошения – общее потребление водных ресурсов в бассейне Аральского моря составляет 108,4 км³ в год, в том числе на орошение 96 км³ в год (удельное водопотребление на орошение 12 тыс. м³/га и площадь орошаемых земель 7,85 млн. га), в промышленности – 3,05 км³ и хозяйственно-питьевое водоснабжение – 6 км³ в год. При этом, предназначенные для орошения 96 км³ воды в год непосредственно для формирования биологической массы сельскохозяйственных культур участвуют только 50 %, т.е. около 52,4 км³ в год теряется в технологическом процессе орошения на физическое испарение, потери на фильтрацию, сброс с орошаемого участка и дренажного стока воды, которые резко нарушили практически все естественные процессы в бассейне Аральского моря: изменился режим постоянных и временных водотоков речных систем, многократно усилились геохимические потоки за счет вовлечения в активный круговорот огромных массы солей, ранее «захороненных» природой. В результате, получив в процессе природопользования в системе мелиорации сельскохозяйственных земель невиданное могущество, и противопоставив себя законам природы, человек боролся не с причинами, а со следствиями, которые никогда не дают положительного результата человеческой деятельности.

Ключевыми моментами экологических требований является необходимость оценки экологической значимости составляющих элементов водного баланса агроландшафтов и их средообразующих функций при мелиорации сельскохозяйственных земель.

Для этой оценки можно использовать следующее уравнение [4, 5]:

$$E = (T + I) = \Delta W + O_c + (\overline{P} - \overline{O}) - (\underline{P} - \underline{O}) + O_p \pm g + D_p + \Phi + p,$$

где $\Delta W = O_{o-z-v}$ – продуктивная почвенная влага, образующаяся из осенне-зимне-весенних атмосферных осадков (зеленая вода); O_c – атмосферные осадки за вегетационный период (зеленая вода); $O_{cn} = O_{o-z-v} + O_c$ – объем естественной продуктивной влаги (зеленая вода); $\Delta P = (\overline{P} - \overline{O})$ – результирующий поверхностный сток, формирующийся в результате притока и оттока поверхностного стока (желтая вода); $\Delta O = (\underline{P} - \underline{O})$ – результирующий подземный сток, формирующийся в результате притока и оттока подземного стока (желтая вода); g – влагообмен между грунтовыми и почвенными водами (красная вода); $E = T + I$ – суммарная водопотребность сельскохозяйственных угодий, которая состоит из транспирации растительного покрова (зеленая, голубая вода) и физического испарения (белая вода); $O_p^{bp} = O_p \pm g + D_p + \Phi$ – компенсирующая норма брутто потребности растительного покрова (голубая вода) для покрытия дефицита водопотребления сельскохозяйственных угодий, которая зависит от технологического процесса орошения; D_p – дренажный сток; Φ – фильтрационные потери из оросительной сети; p – водообмен между грунтовыми и нижележащими межпластовыми водами (положительное направление – вверх).

В деятельности естественных и антропогенных процессов в ландшафтных и агроландшафтных системах зеленые и голубые воды в зависимости от режима их функционирования, трансформируются в белые, желтые и красные воды.

При этом белая вода (I) практически не участвует в формировании биологических масс растительного покрова, но оказывает косвенную деятельность в их жизнедеятельности. Желтая вода (ΔP) и (ΔO) также практически не участвует в процессе формирования биологических масс растительного покрова, но она формируется в следствие естественного гидрологического процесса. Красная вода, то есть фильтрационные потери из оросительной сети (Φ), дренажного стока (D_p) и фильтрационного стока в процессе аккумуляции голубой воды в почвенных слоях (g),

которая появляется и формируется в результате технологического процесса орошения.

Следовательно, белая (I), желтая (ΔI и ΔO) и красная (Φ , D_p и g) воды, практически не принимают участие в формировании биологических масс растительного покрова, а последние две активно участвуют в разрушении экологической устойчивости природной системы, т.е. их коэффициент полезного действия для сельскохозяйственного производства равен нулю.

Закон «отрицание отрицания», один из основных законов диалектики, характеризующий направление, форму и результат процесса развития, причины и следствия связи в системе природопользования и дает возможность понимания и познания правильности и неправильности принятых решений. Согласно этому закону, развитие любых технологических процессов в области мелиорации осуществляется циклами, каждый из которых состоит из трех стадий: исходное состояние объекта исследования, его превращение в свою противоположность (отрицание), превращение этой противоположности в свою противоположность (отрицание и отрицания). Закон взаимоперехода количественных и качественных изменений раскрывает механизм формообразования нового, еще не существующего. С такими закономерностями развивалась теория нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий. При этом единство и противоположность законов диалектики обеспечивает понимание системности развития внутри расчленяющей целостности природного процесса, что определяет необходимость пересмотра принципа нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий, так как он должен осуществляться в пределах экологической емкости природной системы, характеризующих их качественное состояние.

Для приведения нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий экологическим требованиям есть один путь – формирование этих требований представлять в виде ограничений целевой функции. Орошение сельскохозяйственных культур должно проводиться таким образом, чтобы было исключено негативное влияние на окружающую среду (ограничения функции цели), т.е. орошение обеспечивало бы интенсивность и направленность почвообразовательного процесса соответственно эволюционному при максимальном использовании солнечной энергии на почвообразовательный процесс, с минимальными затратами

водных ресурсов для формирования биологических масс сельскохозяйственных культур.

Следовательно, данные обстоятельства предопределяют необходимость введения новых понятий:

– «нижний порог предельно допустимого уровня нормы водопотребности ($O_p^{ниж}$)», то есть начальные условия нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий;

– транспирационные способности растений, обеспечивающие формирование биологических масс (T);

– «верхний предельно допустимый уровень нормы водопотребности ($O_p^{верх}$)», т.е. их конечные условия;

– экологические нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий ($O_p^э$), обеспечивающих целенаправленное регулирование и управление почвообразовательными процессами на орошаемых землях.

В связи с этим при экологическом обосновании мелиорации сельскохозяйственных земель, с учетом экологических факторов, предлагаются три уровня конечных целей нормирования водопотребности сельскохозяйственных угодий, на основе экосистемных подходов к природообустройству:

– 1-й уровень (биоландшафтный) – сохранение благоприятной экологической обстановки в пределах агроландшафта, на основе обеспечения дозированной водоподачи, соответствующей транспирационной способности растений (T_i);

– 2-й уровень (агроландшафтный) – сохранение динамического экологического равновесия в пределах агроландшафта, на основе адаптивно-ландшафтных систем мелиораций, обеспечивающих экологически устойчивые агросистемы:

$$\left(\sum_{i=1}^n T_i \cdot \alpha_i + \sum_{i=1}^n O_{pi} \cdot \alpha_i + \sum_{i=1}^n O_{pi}^э \cdot \alpha_i \leq O_{pcp}^э \right);$$

– 3-й уровень (агроэкосистемный) – обеспечение оптимальных затрат энергии на почвообразования и получение соответствующих им урожаев сельскохозяйственных культур в агроландшафтных системах ($O_p^э$).

Все это свидетельствует о том, что нормирование водопотребности сельскохозяйственных угодий в орошаемом земледелии представляет собой

не столько технологическую, сколько сложную эколого-экономическую проблему. Это необходимо для обоснования плана водопользования хозяйственных систем, включая оптимизацию структуры севооборота (культурооборота) и технологии орошения и в конечном итоге создание устойчивых агроландшафтов, ориентированных на ресурсосберегающие и экологически безопасные производства, обеспечивающие высококачественную продукцию в объемах, соответствующих природному потенциалу региона и сохранению и воспроизводству природных ресурсов.

Определим техническую и экологическую значимость, т.е. нижний порог предельно-допустимого уровня нормы водопотребности ($O_p^{ниж}$) – транспирация растениями, обеспечивающая формирование биологической массы (T) и необходимая для разработки техники и технологии орошения нового поколения обеспечивающей нормирование водоподачи к корнеобитаемому слою почвы в течение вегетационного периода, соответственно транспирационной способности сельскохозяйственных культур. Верхний предельно-допустимый уровень нормы водопотребности ($O_p^{верх}$) – экологическая норма водопотребности сельскохозяйственных угодий ($O_p^э$), обеспечивающая целенаправленное регулирование и управление почвообразовательными процессами на орошаемых землях при мелиорации [9, 10].

При этом с учетом цикличности возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте (культурообороте) в ротационный период нижний ($O_p^{ниж}$) и верхний ($O_p^{верх}$) порог предельно-допустимого уровня нормы водопотребности будут равны:

$$O_{pc}^{ниж} = \sum_{i=0}^n T_i \cdot \alpha_i \text{ и } O_{pc}^{верх} = \sum_{i=1}^n O_{pi}^э \cdot \alpha_i,$$

где T_i – транспирационная способность i -ой сельскохозяйственной культуры в севообороте; $O_{pi}^э$ – экологическая норма водопотребности i -ой сельскохозяйственной культуры в севообороте; α_i – доля участия i -ой сельскохозяйственной культуры в севообороте.

Для оценки направленности и интенсивности почвообразовательного процесса на орошаемых землях в ротационный период возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте (культурообороте) можно

использовать универсальный гидротермический показатель, т.е. гидротермический индекс (\bar{R}), так как, во-первых, он характеризует условия тепло- и влагообеспеченности растений; во-вторых, определяет, в значительной степени, условия формирования почвенных, гидрогеологических и геохимических условий и, в – третьих, позволяет учесть характер и интенсивность антропогенной деятельности:

$$\bar{R} = \frac{R}{L(O_c + O_{pc}^{ниж})} = \frac{R}{L(O_c + O_{pc}^{верх})} > 0,7 - 0,8,$$

где O_c – атмосферные осадки, мм; L – скрытая теплота парообразования (кДж/см²).

По степени транспирационной способности растений (T_i), экологическому дефициту водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3) и биологическому дефициту водопотребности сельскохозяйственных культур (O_{pi}) при планировании водопользования хозяйственных систем можно определить степень экологической опасности принимаемых технологий орошения:

– экологически опасная, когда планирование водопользования в хозяйственных системах базируется только на биологическом дефиците водопотребности сельскохозяйственных культур (O_{pi}) в орошаемых агроландшафтах, что ведет к ускорению геологического круговорота, изменению геохимических потоков, ухудшению качеств водных и земельных ресурсов;

– экологически умеренно опасная, когда планирование водопользования в хозяйственных системах базируется на экологическом дефиците водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3) и биологическом дефиците водопотребности сельскохозяйственных культур (O_{pi}), которые не обеспечивают целенаправленного регулирования и управления почвообразовательными процессами на орошаемых агроландшафтах;

– экологически безопасная, когда планирование водопользования в хозяйственных системах базируется на экологическом дефиците водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3), который обеспечивает полное регулирование и управление почвообразовательными процессами на орошаемых агроландшафтах, с учетом амплитуды природных ритмов естественного увлажнения;

– экологически малоопасная, когда планирование водопользования в хозяйственных системах базируется на транспирационной способности растений (T_i) и экологическом дефиците водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3), которые не обеспечивают полное использование энергетических ресурсов природной системы на почвообразовательный процесс орошаемых агроландшафтов.

При этом для оценки экологической опасности нормы водопотребности сельскохозяйственных культур (K_i) можно использовать соотношение площади земель в севообороте (F_i) орошаемых нормами транспирационной способности растений (T_i), экологического дефицита водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3) и биологического дефицита водопотребности сельскохозяйственных культур (O_{pi}) к общей площади севооборота (F_i), т.е.:

$$KT_i = FT_i / F_o; \quad KO_{pi}^3 = FO_{pi}^3 / F_o; \quad KO_{pi} = FO_{pi} / F_o;$$

$$KT_i + KO_{pi}^3 + KO_{pi} = 1,0,$$

где FT_i – площадь земель в севообороте орошаемых нормами транспирационной способности растений (T_i); FO_{pi}^3 – площадь земель в севообороте орошаемых нормами экологического дефицита водопотребности сельскохозяйственных угодий (O_{pi}^3); FO_{pi} – площадь земель в севообороте орошаемых нормами биологического дефицита водопотребности сельскохозяйственных культур (O_{pi}).

На основе предложенного метода разработаны регламентации для совершенствования принципов планирования и реализации водопользования хозяйственных систем (табл. 2).

Таким образом, экологическая предельно-допустимая норма водопотребности сельскохозяйственных угодий определяется на основе совместного учета почвенных условий, и регулирования биологического и геологического кругооборотов. Она может быть использована при обосновании параметров оросительных систем в проектах нового строительства, реконструкции действующих систем и при обосновании эксплуатационных режимов работы оросительных систем, что требует полностью преду-

смотреть отраслевые нормативы удельных затрат воды при регулярном орошении по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан.

Таблица 2

Количественная оценка экологической опасности применения различных норм водопотребности сельскохозяйственных культур в агроландшафтных системах

Степень экологической опасности	Коэффициент экологической опасности нормы водопотребности сельскохозяйственных культур		
	KT_i	KO_{pi}^o	KO_{pi}
Опасная	–	–	1,00
Умеренно опасная	–	> 0,50	< 0,50
Мало опасная	> 0,50	< 0,50	–
Безопасная	–	1,00	–

В заключение необходимо отметить, что предложенный метод позволяет обеспечить экологическую безопасность агроландшафтных систем при высокой эффективности использования не только водных, земельных, трудовых, материальных, энергетических и временных ресурсов, а также ресурсного потенциала природной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель. – М.: Агропромиздат, 1990.
2. ВСН 33-2.2.03-86. Дренаж на орошаемых землях. – М.: МВХ, 1986.
3. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее. – Тараз, 2012. – 318 с.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Рябцев А.Д. Методологические основы нормирования водопотребности агроландшафтов // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: Матер. Междунар. научно-практ. конф. – М, 2009. – С. 261-266.
5. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. Адаптивно-ландшафтные мелиорации земель в Казахстане. – Тараз, 2012. – 528 с.
6. Отраслевые нормативы удельных затрат воды при регулярном и лиманном орошении по водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан. – Астана, 2008. – 72 с.
7. Решеткина Н.М. Бассейн Аральского моря – саморегулирующаяся природная система // Мелиорация и водное хозяйство. – 1991. – №9. – С. 3-7.

8. Рузиев М.Т., Приходько В.Г. Оценка перспектив устойчивого развития государств бассейна Аральского моря с помощью модельных расчетов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – №1. – С. 54-57.
9. СНиП 2.06.03-85. Мелиоративные системы и сооружения. – М.: МВХ, 1986.
10. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно-климатическим зонам СССР. – М., 1984 – 345 с.

Поступила 15.07.2013

Техн. ғылымд. докторы	Ж.С. Мұстафаев
Техн. ғылымд. докторы	Ә.Т. Қозыкеева
Техн. ғылымд. канд.	А.Д. Рябцев
Экон. ғылымд. канд.	Қ.Ж. Мұстафаев

**ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ
ФАКТОРЛАРДЫ ЕСЕПКЕ АЛА ОТЫРЫП АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ
ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ЖЕРЛЕРДІҢ СУҒА СҰРАНЫСЫНЫҢ
ШЕКТЕУЛІ МӨЛШЕРІН НЕГІЗДЕУ**

Қазіргі кезеңдегі өзен алабының дағдырысқа тап болу жағдайы көрсеткендей, ауылшаруашылық дақылдарының сугару мөлшері суды ысыраппен пайдалану технологиясына негізделген, ал ол ауылшаруашылық жерлерді мелиорациялаудың және экологияның ұстамдарына сай келмейді. Аз қалдықсыз және қалдықсыз технологияның ұстанымдарына негізделген, суды үнемдеуді қамтамасыз ететін сугару технологиясы құруға арналған, ауыл шаруашылық алқаптың суды тұтыну шамасын мөлшерлеудің ұстанымдары ұсынылған.