

*Мустафаев Ж.С., д.т.н, профессор ТарГУ им М.Х. Дулати  
Рябцев А.Д., к.т.н., председатель КВР МСХ РК  
Козыкеева А.Т., к.т.н., доцент ТарГУ им М.Х. Дулати  
Кененбаев Т.С., к.с-х.н., консультант ПУИД  
Сабденалинов А.М., директор РМЦ «Казагромеливодхоз»*

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ВОДОПОТРЕБНОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ**

Многие достижения естествознания, составляющие базу для технологий в сфере агро-промышленного комплекса (АПК), связаны с изучением объектов природы на системном уровне. Именно эти исследования позволили создать современные технологии в области сельскохозяйственных мелиораций и по-новому взглянуть на проблему рационального использования и охраны природных ресурсов. Для решения проблем мелиорации земель нужны фундаментальные естественно-научные знания, а также тесно связанные с ними знания в области экономики, экологии, в социальной сфере и других [1].

Многообразие окружающего нас мира требует комплексного изучения природной среды, которая представляет собой единую организованную систему (ландшафт, геосистема), состоящую из ряда взаимосвязанных и взаимообусловленных компонентов (приземный слой атмосферы, биота, почва, поверхностные и подземные воды). К сожалению, до настоящего времени этот очевидный факт при мелиорации сельскохозяйственных земель во многих случаях не принимается во внимание, что приводит к противоречиям между глобальным проявлением хозяйственной (мелиоративной) деятельности и частными подходами к ее формированию. Достаточно четко это выразил английский философ Ф. Бекон, который писал: «Пусть никто не надеется, что сможет управлять природой, пока должным образом ее не поймет и не узнает» [2].

Развитие земледелия как способа увеличения биологической продуктивности экосистем началось тогда, когда природная среда, естественные биоценозы уже не смогли удовлетворять потребности в продуктах питания растущего населения планеты. Вначале это развитие носило экстенсивный характер, то есть шло за счет расширения площадей сельскохозяйственных угодий, затем одновременно стали использоваться приемы интенсификации, то есть орошение с целью повышения влагообеспеченности агроландшафтов.

В целом можно констатировать, что применявшаяся до сих пор стратегия орошаемого земледелия, направленная в первую очередь на то, чтобы взять от земли как можно больше, неизбежно ведет к снижению естественного (потенциального) плодородия почв, а, следовательно, и урожаев - круг замыкается.

Для разработки новой, более рациональной и эффективной стратегии земледелия представляется необходимым диалектически осмыслить последствия нашего вмешательства в природные процессы, осуществляемого с целью повышения биологической продуктивности экосистем [3].

До того как возникла необходимость такого вмешательства, в каждом конкретном регионе (ландшафте), почвенно-климатической зоне уже существовали оптимальные условия для поддержания жизнедеятельности и устойчивого функционирования биогеоценозов (экосистем). В течение тысячелетий в них выработались наиболее эффективные типы энерго-массообмена, скорости и направления трансформации вещества, энергии, информационных потоков. Создавая агроэкосистемы или агроландшафтов, человечество решало задачу интенсификации природных процессов, направленных на повышение биологической продуктивности, не позаботившись об активизации процессов воспроизводства биологических ресурсов в природной среде. Тем самым были нарушены законы экологии и диалектики, один из основных законов термодинамики - закон сохранения массы и энер-

гии и принцип стабильности. Превышение пределов допустимой нагрузки привело к нарушению баланса внутри экосистем.

Как видим, изменение природной среды, предпринимаемое из лучших намерений - удовлетворить интересы человечества, на деле грозит ее ухудшением и деградацией. Следует добавить, что реакция среды на попытки ее «улучшить» подобным образом характеризуется принципом Ле Шателье – Брауна [4]: «Любая природная система, подвергнутая внешнему воздействию, стремится перестроиться таким образом, чтобы минимизировать влияние этого воздействия, либо вообще его устранить». Иными словами, система пытается вернуться в исходное состояние, запуская механизм процессов, направленных на снижение продуктивности. Желанный эффект не достигается, в лучшем случае - достигается не полностью.

Традиционно основные цели и задачи сводились к решению сию минутных проблем, то есть были направлены на борьбу со следствиями, а не с причинами и традиционно включали разговоры об интенсификации сельскохозяйственного производства и обеспечение населения продовольствием за счет... «внедрения прогрессивных технологий, перехода на качественно новый уровень интенсификации, основанный на более эффективном использовании трудовых, материальных и энергетических ресурсов, биологического потенциала продуктивности современных сортов растений и агроэкологических условий». Все это не отвечало концепции устойчивого развития и природообустройства. Состав программных мероприятий представлял собой набор отдельных приемов, которые хотя и дополняли друг друга, но целостной системы комплексных мероприятий собой не представляли [5].

При этом вековой опыт мелиорации сельскохозяйственных земель показывает, что человечество для создания оптимальных условий культурных растений агроландшафтных систем, не смотря на ограниченность водных ресурсов в зонах орошаемого земледелия, с целью получения рекордных и потенциальных урожаев соответствующих энергетических ресурсов природной системы, постоянно повышали нормы водопотребности орошаемых земель и тем самым, снижая ее экологическую эффективность.

Таким образом, несмотря на то, что по закону природы органические вещества ландшафтных и агроландшафтных систем формируются только за счет транспирации с листовой поверхности растений, человечество не стремилось в своей деятельности делать непосредственные попытки к снижению непродуктивной части суммарного водопотребления - физического испарения с поверхности почвы, а наоборот, занималось вопросами увеличения их под предлогом регулирования водного, солевого, теплового и пищевого режима почвы во всех этапах развития мелиорации сельскохозяйственных земель.

На основе закона пирамиды энергии Р.Линдемана, можно сформировать пирамиды нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий, то есть агроландшафтов, показывающая изменение затраты воды для формирования биологических масс культурных растений в технологических циклах регулирования и управления их основных факторов жизнедеятельности: транспирации растительного покрова, экологической водопотребности сельскохозяйственных угодий, биологической водопотребности сельскохозяйственных культур, почвенно-мелиоративной водопотребности агроландшафтов, обеспечивающих регулирование мелиоративного режима почвы [6].

Урожай сельскохозяйственных культур в конечном итоге формируется в результате продукционного процесса (*ПП*), представляющего собой совокупность сложных физико-химических реакций, используемых растительным организмом для образования биомассы, то есть на основе транспирации растительного покрова.

Таким образом, транспирация – это процесс испарения воды живыми растениями на жизненные процессы, рост и образование тканей. Интенсивность транспирации зависит от вида растения, дефицита влажности воздуха, его температуры, скорости ветра, влажности и температуры почвы, экспозиции, глубины залегания грунтовых вод и другие. Величина

транспирации оценивается транспирационным коэффициентом - количеством килограммов воды, необходимым для синтеза 1 кг сухого органического вещества тканей растений.

Скорость транспирации ( $v_m$ ) можно определить по уравнению [7]:

$$v_m = \frac{V \cdot K_m}{T \cdot S},$$

где  $K_m$  - транспирационный коэффициент;  $V$  - объем образовавшейся на какой-либо площади сухой ткани растений;  $T$  - время вегетационного периода;  $S$  - площадь транспирации.

Большой интерес для дальнейшего совершенствования технологии орошения сельскохозяйственных культур вызывают структуры самого суммарного водопотребления орошаемых земель. Суммарное водопотребление орошаемых земель ( $E$ ) состоит из транспирации с листовой поверхности растений ( $E_{not}^t$ ) и физического испарения ( $E_{not}^\phi$ ) с поверхности почвы, то есть  $E = E_{not}^t + E_{not}^\phi$ .

В естественных условиях транспирация сочетается с прямым (физическим) испарением воды из почвы. Суммарное испарение или эвапотранспирация, зависит как от климатических условий, так и от состава почвенного покрова и растительности. С этой целью для каждого месяца теплого периода по известной средней температуре воздуха ( $t^\circ\text{C}$ ) и относительной влажности воздуха ( $a$ , %) определяется потенциальное (при оптимальной влагообеспеченности) суммарное испарение (эвапотранспирация) ( $E_{not}$ ) по формуле Н.Н. Иванова:

$$E_{not} = 0.0018 \cdot K_\phi (25 + t)^2 (1 - 0.01 \cdot a),$$

где  $K_\phi$  - биологический коэффициент, учитывающей особенности конкретного ценоза.

Как известно, потенциальная эвапотранспирация подразделялась на потенциальное испарение с поверхности почвы ( $E_{not}^\phi$ ) и потенциальную транспирацию ( $E_{not}^t$ ) пропорционально затененности почвы растительным покровом ( $f_p$ ), которая изменялась по времени [8]:

$$E_{not}^\phi = (1 - f_p) \cdot E_{not};$$

$$E_{not}^t = f_p \cdot E_{not}.$$

Эти виды испарения редуцировались на каждом временном шаге:

$$E^\phi = \varepsilon \cdot E_{not}^\phi; \quad \varepsilon = 2 \cdot w_o - w_k^o; \quad w_o = (w_n - w_m) / (0.8 \cdot p - w_m).$$

При влажности поверхностного слоя почвы  $w_n > 0.8 \cdot p$ ,  $\varepsilon = 1$  эти зависимости согласуются, например, с исследованиями А.И. Будаговского [9]:

$$E^t = \varepsilon_w \cdot E_{not}^t; \quad \varepsilon = 2 \cdot w_k - w_k^2; \quad w_k = (w_k - w_{\phi 3}) / (w_k - w_{\phi 3}),$$

где  $\varepsilon_w$  - коэффициент, учитывающий уменьшение транспирации при отклонении влажности почвы от оптимальной;  $w_k$  - средняя влажность корнеобитаемого слоя почвы, переменная по времени;  $w_k^{opt}$  - средняя влажность корнеобитаемого слоя почвы, оптимальная за данные месяцы;  $w_{гз}$  - влажность завядания.

Теоретическое обоснование экологически безопасного применения орошения может быть проведено на основе закона сохранения энергии, так как рассмотрение процесса влагообмена между деятельной поверхностью участка суши и воздухом невозможно без связи с процессом теплообмена. Как любой физический процесс изменений и превращений, процесс теплообмена в конкретной точке пространства за известный промежуток времени характеризуется балансом прихода и расхода энергии, иначе говоря, законом сохранения энергии [ 15].

На основе принципа Ле-Шателье И.П. Айдаров [10], Ж.С. Мустафаев [11] и Г.А. Сенчуков [12] предложили понятие «почвенно-экологические приемлемые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий». При разработке методики экологического нормирования водопотребности сельскохозяйственных культур использован принцип энергетической сбалансированности тепла, влаги и питательных веществ с учетом природных режимов, позволяющих обеспечить сохранение экологически благоприятного энергетического режима в почве, зонах аэрации и насыщение грунтовыми водами агроландшафтов.

С этой целью И.П. Айдаров [10], Ж.С. Мустафаев [11] и Г.А. Сенчуков [12] использовали комплексный гидротермический показатель ( $\bar{R}$ ) М.И.Будыко [13], представляющий собой отношение радиационного баланса ( $R$ ) к затратам тепла на испарение выпавших осадков ( $LO_c$ ):  $\bar{R} = R / LO_c$ .

Преимущество этого показателя перед другими очевидно: во-первых, он характеризует условия тепло- и влагообеспеченности растений, то есть биологические процессы; во-вторых, определяет в значительной степени условия формирования почвенных, гидрогеологических и геохимических условий и, в-третьих, позволяет учесть характер и интенсивность антропогенной деятельности.

Уравнения теплового баланса представляют собой частные формулировки одного из основных физических законов – закона сохранения энергии, которые в первом приближении имеет вид:  $R = LE + P + Q$ . Так как в среднем за год верхние слои почвы не охлаждаются и не нагреваются, для среднего многолетнего годовичного периода в условиях суши  $Q = 0$ , на орошаемых землях равно значению  $P = 0$  [13].

В условиях орошения суммарное испарение определяется на основе уравнения водного баланса:  $E = \Delta W + O_c + O_p \pm g$ .

В этом случае уравнение водного и теплового баланса орошаемых земель за многолетний период будет иметь вид:

$$R = L(\Delta W + O_c + O_p \pm g) + P,$$

откуда, при  $P = 0$ , показатель гидротермического режима орошаемых земель

$$\bar{R} = R / L(\Delta W + O_c + O_p \pm g)$$

Затем, решив выше указанные уравнения относительно  $O_p$ , получаем экологическую норму водопотребности орошаемых земель:

$$O_p = \frac{R}{\bar{R} \cdot L} - \bar{R} \cdot L(\Delta W + O_c \pm g).$$

При этом экологически безопасной нормой орошения соответствует при  $\bar{R} = 1.0$ , где наблюдается благоприятные условия формирования почвообразовательного процесса [10-12].

Многолетние исследования в разных почвенно-климатических зонах показали, что при разработке биоклиматического метода определения суммарного водопотребления различных культур задача сводится не к поиску универсальных эмпирических зависимостей для расчета испаряемости, а к установлению и обоснованию коэффициентов, учитывающих биологическую роль растений в расходовании воды сельскохозяйственным полем в конкретных гидротермических условиях [14; 15].

Практически для определения суммарного водопотребления можно использовать любое эмпирическое уравнение, характеризующее испаряемость, если известны, или представляется возможным установить биологические и микроклиматические коэффициенты, нивелирующие количественные расхождения между фактическим водопотреблением ( $E_v$ ) оптимально орошаемой культуры и испаряемостью ( $E_o$ ). Главное, чтобы это уравнение было достаточно простым, а составляющие его элементы хорошо изучены.

В методике и расчетных моделях нормирования орошения на основе биоклиматического метода в качестве расчетной зависимости для определения испаряемости ( $E_o$ ) используется модифицированная формула Н. Н. Иванова, которая имеет следующий вид [15]:

$$E_o = K_t \cdot d \cdot f(v),$$

где  $K_t$  - энергетический фактор испарения, мм/мб;  $d$  - дефицит влажности воздуха, мб;  $f(v)$  - функция, учитывающая влияние скорости ветра на испарение.

При этом,  $d$  и  $f(v)$  характеризует аэродинамическую составляющую испарения, а  $K_t$  - энергетическую.

Энергетический (температурный) фактор испарения  $K_t$  учитывает нелинейность связи между  $E_o$  и  $d$ . В зависимости от температуры воздуха он может быть рассчитан по зависимости:

$$K_t = 0.0061(25 + t)^2 / e_a,$$

где  $t$  - температура воздуха за расчетный период, °С;  $e_a$  - упругость насыщенного пара, соответствующая этой температуре (табличное число), мб.

Дефицит влажности воздуха (дефицит упругости насыщения) принимается по данным метеорологических наблюдений или рассчитывается через относительную влажность воздуха по формуле:

$$d = e_a(1 - 0.01 \cdot a),$$

где  $a$  - относительная влажность воздуха за расчетный период, %.

Ветровую функцию можно определить по предлагаемой зависимости:

$$f(v) = 0.64(1 + 0.19 \cdot v),$$

где  $V$  - скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

При оптимальной водообеспеченности растений (при запасах влаги в почве от НВ до влажности разрыва капиллярных связей) интенсивность водопотребления зависит пре-

имущественно от состояния агрофона и термического режима в приземном слое атмосферы, то есть носит биоклиматический характер. В основе биоклиматического метода определения суммарного испарения лежит установленный теоретически и проверенный на практике факт, что расход влаги орошаемым полем при нормальном развитии растительной массы определяется теплоэнергетическими ресурсами атмосферы:

- А.М. Алпатьев [14] -  $E = K_d \cdot \sum d$ , где  $\sum d$  – сумма среднесуточных дефицитов упругости пара;  $K_d$  - биологический коэффициент испарения;

- Н.В. Данильченко [15] -  $E = K_\phi \cdot K_o \cdot E_o$ , где  $K_o$  - микроклиматический коэффициент;  $K_\phi$  - биологический коэффициент;

- Ж.С. Мустафаев [16] -  $E = K_\phi \cdot K_o \cdot K_y \cdot E_o$ , где – уровень программируемого урожая, который определяется из следующего соотношения:  $K_y = \sqrt{Y_n / Y_{max}}$ , здесь  $Y_n$  - уровень программированного урожая;  $Y_{max}$  - потенциально-максимальная продуктивность сельскохозяйственных культур.

Микроклиматический коэффициент  $K_o$  учитывает возможное изменение микроклимата на сельскохозяйственном поле под влиянием орошения (снижение температуры воздуха и скорости ветра, увеличение влажности воздуха). В общем виде микроклиматический коэффициент в используемой нами расчетной модели представляет собой соотношение испаряемостей на орошаемом поле и за его пределами (на неорошаемой территории):

$$K_o = E_o / E_n,$$

где  $E_o$  и  $E_n$  - испаряемость на орошаемом поле (по метеорологическим данным наблюдений на орошаемом участке) и на прилегающей, неорошаемой территории, мм.

Для дифференцированного учета микроклимата в зависимости от размера орошаемой площади и погодных-климатических условий региона в расчетной модели используется зависимость  $K_o = f(F; K_y)$ , где природная увлажненность территории  $K_y$  определяется по уравнению:

$$K_y = (W + O_c) / E_o,$$

где  $W$  - активные запасы влаги в почве на начало расчетного периода, мм;  $O_c$  - атмосферные осадки за рассматриваемый период, мм.

Биологический коэффициент ( $K_\phi$ ) представляет собой коэффициент пропорциональности между фактическим водопотреблением культуры (суммарным испарением влаги полем -  $E_\gamma$ ) за расчетный период и испаряемостью ( $E_o$ ). Помимо биологических ритмов роста и развития растений этот коэффициент одновременно зависит от погодных условий (частоты и обильности выпадения атмосферных осадков, температуры и влажности воздуха, ветрового режима) и уровня агротехники. В конечном итоге  $K_\phi$  изменяется как во времени (по годам и внутрисезонно), так и территориально (по регионам и природным зонам). Изменение  $K_\phi$  во времени имеет криволинейный характер с минимальными значениями в начале и конце вегетации и максимумом в период наибольшего накопления растительной массы.

Дефицит водопотребления или оросительная норма сельскохозяйственных культур рассчитывается по уравнению водного баланса, которое в упрощенном виде имеет следующий вид:

$$O_p = \Delta E_v = E_v - W_a - O_{эф} - V_2,$$

где  $E_v$  - суммарное водопотребление культуры за вегетационный период;  $W_a$  - активные запасы почвенной влаги на начало вегетационного периода;  $O_{эф}$  - эффективные атмосферные осадки за вегетационный период;  $V_2$  - капиллярно используемые грунтовые воды за вегетационный период.

Таким образом, существующие методы нормирования водопотребности сельскохозяйственных культур, в основном учитывают биологические особенности растений и климатические условия зоны орошения, с целью получения высоких и относительно устойчивых урожаев. Однако в целом стремление к повышению урожайности сельскохозяйственных растений за счет созданию комфортных водных режимов и одновременно необходимость повышения плодородия почвы и охрана природы вызывают противоречивые потребности регулирования водного режима почвы. В результате вместо естественных серо-бурых почв ( $\bar{R} = 6.78-7.20$ ) на орошаемых землях образовались лугово-болотные почвы ( $\bar{R} = 0.60-0.70$ ).

Вследствие, 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 [18]:

$$\bar{O}_p = \frac{O_p}{E - O_c} = \frac{1}{1 - \bar{C}_2} \left( \frac{\bar{C}_o - 1}{\bar{\Delta}} + 1 \right),$$

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

Аналогичную зависимость для определения почвенно-мелиоративной нормы орошения земель, предложена сотрудниками Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства, которая имеет вид [18]:

$$O_p^M = (O_p - E \cdot K_2 \cdot K_c) / K_m,$$

где  $O_p^M$  - оросительная норма, обеспечивающая мелиоративное благополучие орошаемых земель, м<sup>3</sup>/га;  $O_p$  - оросительная норма (нетто) при благоприятных почвенно-мелиоративных условиях;  $E$  - суммарное водопотребление;  $K_2$  - 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 солеотдачи почв зоны аэрации.

При этом обобщенный материал проектных и эксплуатационных организаций по динамике водно-солевого режима орошаемых земель свидетельствуют о ряде исходных методических и теоретических упущений в практике развития орошения на засоленных и склонных к засолению землях (см. решение научно-технического совещания в январе 1964 г. в Ташкенте, а также Методические указания и СНиПы 1970-1980 гг.) [19].

Эти данные убедительно показывают, что, несмотря на усилия ученых, проектировщиков и эксплуатационников по выполнению всех, казалось бы, исчерпывающих,

указаний и использование теоретических разработок С.Ф.Аверьянова и других, поддержание промывного режима орошения и применение практически ежегодных на засоленных почвах невегетационных поливов на фоне эффективно работающего дренажа (вертикального и горизонтального) и других рекомендуемых мероприятий, добиться устойчивой динамики водно-солевого режима почв в региональном масштабе не удалось.

Таким образом, ретроспективный анализ научного обоснования нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий показывают, что с целью получения рекордных урожаев от сельскохозяйственных культур, за счет создания комфортных условий для растений, как объекты мелиорации, наука и практика, нарушили основные принципы водосбережений в системе природопользования, то есть вместе того, чтобы искать пути ликвидации физического испарения в составе суммарного водопотребления, всегда стремилось к их увеличению, с оговорками комплексного регулирования основных факторов их среды обитаний. В результате, получив в процессе природопользования в системе мелиорации сельскохозяйственных земель невиданное могущество, и противопоставив себя законам природе, человек тем самым загнал себя в тупик, лишив перспективы развития в рамках современных цивилизационных парадигм.

Наука есть система упорядоченных знаний, истинность которых проверяется и постоянно уточняется в ходе общественной практики и мыследеятельности человечества. Она базируется на познании и правильном использовании основных законов Природы, то есть знание этих законов в сочетании с информационным обеспечением, лежит в основе совершенствования методологических принципов норм орошения в области природопользования.

Физическая среда являет собой совокупность факторов разной природы, оказывающих на природную среду энергетическое воздействие. Физические факторы – носители различных видов энергии в природной системе представлены упругими колебаниями, инерционными силами и энергетическими полями. В отличие от многих химических и некоторых биологических загрязнителей физические факторы не являются чем-то новыми для биосферы. Необходимость нормирования физических факторов в последнее время обусловлена увеличением выраженности этих факторов, то есть изменением направленности и интенсивности эволюционного процесса по сравнению с естественными режимами средообразующих процессов.

Поскольку физические факторы служат неотъемлемыми компонентами природной среды, в которой происходила эволюция, то есть ландшафтные системы в большей или относительно меньшей степени адаптированы к ним, для физических факторов нормой является не полное отсутствие фактора, а определенный уровень его выраженности. Поэтому нормирование физических факторов окружающей среды заключается в установлении трех нормативных величин: на основе закона минимума Ю. Либиха – минимально необходимого уровня, оптимальности - оптимального и толерантности В. Шелфорда – предельно допустимого уровня. В связи с тем, что в настоящее время наблюдается, как правило, повышенные уровни воздействия физических факторов на агроландшафтах, наибольшее значение в регламентации вредного воздействия принадлежит определению «предельно-допустимого уровня антропогенной деятельности».

Агроландшафт и в том числе почва в условиях хозяйственной деятельности экологически неустойчивы и поэтому требуется разработка комплекса управляющих мероприятий с целью оптимизации их функционирования: перевод в режим динамически устойчивого развития с набором известных по способу, методу, интенсивности и времени корректирующих воздействий. Успех решения практических и теоретических задач в любой сфере деятельности и в том числе мелиорации сельскохозяйственных земель в значительной степени зависит от правильности выбора методологии, принципа и объекта хозяйственной деятельности.

Основным объектом воздействия и основным средством производства является почва, которая на любом ранге ландшафтов выступает в качестве основной связующей и стабиль-

лизирующей компоненты геосистемы [20-22]. Одновременно она совместно с растительностью служит барьером тотальной денудации, соизмеримой с интенсивностью неотектонических процессов. Вследствие того, что почва находится на контакте трех сред: атмосферы, литосферы и гидросферы, здесь протекают биогеохимические реакции и превращения, характеризующиеся наибольшей активностью, многообразием и утонченной сложностью, а также происходит синтез соединений, нигде более не встречающихся. Кроме того, почвенный покров выступает в роли первичного аккумулятора и зачастую геохимического барьера для разнообразных загрязнителей, поступающих в ландшафты.

При оценке почв как объектов мелиорации необходимо учитывать их разнообразие, пространственное положение и факторы почвообразования.

Данные обстоятельства предопределяют необходимость введения нового понятия – нижний порог предельно допустимого уровня нормы водопотребности ( $O_p^{ниж}$ ) – транспирации растений, обеспечивающих формирования биологических масс ( $T$ ) и верхнего предельно допустимого уровня нормы водопотребности ( $O_p^{верх}$ ) – экологических норм водопотребности сельскохозяйственных угодий ( $O_p^3$ ), обеспечивающих целенаправленное регулирование и управление почвообразовательными процессами на орошаемых землях.

Эти обстоятельства требуют необходимость разработки современных технологий, обеспечивающих не только оптимизацию водного, пищевого и солевого режимов почв, но и экологическую устойчивость агроландшафтов. В этих условиях мелиорация сельскохозяйственных земель должны быть направлены на создание устойчивых и продуктивных агроландшафтов, отвечающих требованиям не только экономической, но и экологической эффективности. Основными критериями при этом выступают комплексность, ландшафтность, экологичность и ресурсосбережение [23].

При этом в мелиоративном средорегулирующем комплексе особая роль должна принадлежать технологии возделывания сельскохозяйственных культур, позволяющих часть суммарного водопотребления, то есть физического испарения с поверхности почвы повторно аккумулировать в почву.

В.Р. Вильямс [24], развивая учение В.И. Вернадского о биогеохимическом круговороте, отмечал, что *«единственный способ придать чему-то конечному свойства бесконечного – это заставить конечное вращаться по замкнутой кривой, то есть вовлечь его в круговорот»*. Отсюда следует, что одним из главных признаков водосберегающей технологии возделывания сельскохозяйственных культур должен быть его водооборотный характер.

Опираясь на фундаментальный труд «Диалектика живой природы» [25], а также концепцию мелиорации земель, разработанных с учетом современных реальностей [26], можно сформировать следующие основные направления повышения экологического уровня мелиорации:

1. В соответствии с биологическим круговоротом непрерывности жизни целесообразно, чтобы технология полива также было непрерывным, что должно обеспечиваться включением в технологии возделывания сельскохозяйственных культур в действующие природные круговороты.

2. Учитывая относительную устойчивость биогеоценозов, обеспечиваемую биологическим круговоротом, логично, чтобы и технологии возделывания сельскохозяйственных культур базировались на своей природной основе, были адаптивными.

3. Главным объектом мелиорации сельскохозяйственных земель должна стать почва, в которой начинается и замыкается биологический круговорот воды и химических веществ.

Таким образом, водооборотные технологии возделывания сельскохозяйственных культур являются логическим продолжением основных положений мелиоративной науки и отвечают современным экологическим представлениям о природопользовании. Особую актуальность они приобретают в условиях растущего дефицита водных ресурсов и антропо-

погенной деятельности, являясь по существу универсальной базой и инструментом для создания экологических безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях.

Водооборотная технология возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях – совокупность способов и приемов, осуществляемых в процессе полива – наиболее полно соответствует экологическим требованиям благодаря максимальной адаптации к природному круговороту воды и химических веществ, способствует функционированию непрерывных почвообразовательных процессов.

Технологический водооборотный мелиоративный цикл при возделывании сельскохозяйственных культур на орошаемых землях должен включать три стадии: орошение – конденсация – увлажнение, которые являются полужамкнутым в отличие от существующих технологий и способа полива.

Таким образом, экологическое мировоззрение открывает широкие возможности для разработки принципиально новых путей развития мелиораций сельскохозяйственных земель, предназначенных для создания благоприятных условий жизнедеятельности человека и среды его обитания и созданию экологических устойчивых и стабильных агроландшафтов.

### Литература

1. Айдаров И.П. Цели и задачи мелиорации сельскохозяйственных земель // Мелиорация и водное хозяйство, 2003.-№5. – С. 11-13
2. Бекон Ф. Сочинения. – М., 1978 – 344 с.
3. Ольгаренко Г.В. Мелиорация как диалектический процесс единства и борьбы противоположностей // Мелиорация и водное хозяйство, 2003.-№1. – С. 11-13.
4. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник.- М.: Мысль, 1990.
5. Айдаров И.П. Комплексное обустройство земель. – М., 2007. – 208 с.
6. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д., Козыкеева А.Т., Кененбаев Т.С., Сабденалиев А.М. Принципы создания экологически безопасных ресурсосберегающих технологий орошения агроландшафтов (Аналитический обзор). - Тараз, 2008. – 36 с.
7. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Мелиоративная гидрохимия.- Киев: Вища школа, 1984.- 256 с.
8. Сухарев Ю.И. Ландшафтный подход к обоснованию мелиораций // Мелиорация и водное хозяйство, 2006.-№3. – С. 17-23.
9. Будаговский А.И. Испарение почвенной влаги. – М.: Наука, 1964. – 243 с.
10. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
11. Мустафаев Ж.С. Почвенно-экологическое обоснование мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане. – Алматы: Гылым, 1997. – 358 с.
12. Сенчуков Г.А., Дудникова Л.Г., Бондаренко О.Е., Марков Ю.А. Методика обоснования экологических норм водопотребности сельскохозяйственных угодий // Мелиорация и водное хозяйство, 1995.-№6. – С. 32-33.
13. Будыко М.И. Испарение в естественных условиях– Л.: Гидрометиздат, 1948. – 136 с.
14. Алпатьев А.М. Влагодоборот культурных растений. – Л.: Гидрометиздат, 1975. – 248 с.
15. Данильченко Н.В. Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм// Мелиорация и водное хозяйство, 1999.-№4. – С. 25-29.
16. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Атшабаров Н.Б. Теоретическое обоснование почвенно-экологических норм орошения // Водное хозяйство Казахстана, 2004. - №4. – С.8-12.
17. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. – М.: Колос, 1978. – 288 с.

18. Оросительные нормы сельскохозяйственных культур в Казахстане. – Джамбул, 1981. – 78 с.
19. Решеткина Н.М., Икрамов Р.К. Борьба с засолением земель и экологический кризис в Приаралье // Мелиорация и водное хозяйство, 2000.-№1. – С. 33-36.
20. Хачатурьян В.Х. Обоснование сельскохозяйственных мелиораций с экологических позиций // Вестник сельскохозяйственной науки, 1990. - №5. – С. 43-48.
21. Концепции мелиорации сельскохозяйственных земель в стране. – М.: МГМИ, 1992. – 45 с.
22. Мустафаев Ж.С., Садыков С.С. Гидротермический режим орошаемых земель (Аналитический обзор). – Жамбыл, 1996. – 74 с.
23. Рябцев А.Д., Мустафаев Ж.С., Кененбаев Т.С. Методологические основы комплексной оценки экологической безопасности оросительных систем // Водное хозяйство Казахстана, 2006. - №4 (12). – С.7-9.
24. Вильямс В.Р. Научные основы улучшения почвы // О Земле, вып.2.-М., 1922. -109 с.
25. Диалектика живой природы / под ред. Н.П. Дубинина и Г.В. Платонова. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 453.
26. Мустафаев Ж.С., Рябцев А.Д. Концепция мелиорации сельскохозяйственных земель в Казахстане // Водное хозяйство Казахстана, 2007. - №1 (13). – С.2-10.

#### ТҰЖЫРЫМ

Суғару техникасы және техникалық құралдардың түрлерін таңдауды қамтамасыз ететін, ауылшаруашылық дақылдардың суды тұтыну шамасын мөлшерлеудің негізгі қағидалары ұсынылған

#### SUMMARU

The basic principles standardization water consumption of agricultural culture and technique their definition technology, ensuring a regulation, and means watering