

ПОКАЗАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ И СРАВНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕЖИМОВ ПОЧВ

Лихацевич А.П.

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации», г. Минск, РБ, niimel @ mail/ ru

The similarity criteria of crop water regimes (indicator of atmospheric humidifying, indicator of soil humidifying, indicator of intrasoil moisture exchange, factor of a superficial drain) are determined on the basis of similarity theory with the use of π -theorem. It is given an example of similarity conditions evaluation of crop water regimes in different conditions.

При анализе особенностей формирования водных режимов растений и при их сравнении между собой используются *показатели водных режимов почв*. В соответствии с простейшей формой уравнения водного баланса полную характеристику водному режиму корнеобитаемого слоя почвы, справедливую для любых почвенно-климатических условий, в соответствии с теорией физического подобия (π -теоремой) можно дать с помощью четырех комплексных показателей, имеющих вид безразмерных соотношений. В них в качестве меры (величины, стоящей в знаменателе) служит показатель теплообеспеченности (характеристика иссушающей способности приземного слоя атмосферы), как функция приходящих тепло-энергетических ресурсов, значительная часть которых потребляется сельскохозяйственным полем (культурой) на водопотребление.

В качестве характеристики иссушающей способности атмосферы в зависимости от решаемой задачи могут использоваться:

- *потенциал испаряемости*, который эквивалентен теплоэнергетическим ресурсам климата (равен слою воды, который мог бы испариться при расходовании на процесс испарения всех тепловых ресурсов, всей энергии, приходящей к деятельной поверхности). Данный показатель был впервые введен в исследовательскую практику Э.М. Ольдекопом (1911) под названием «максимально возможное испарение» и позднее использовался В.С. Мезенцевым и его учениками в расчетах водно-теплового баланса части территории Российской Федерации. В Беларуси данный подход развивается в работах В.Е. Валуева, А.А. Волчека и ряда других авторов;

- *испаряемость*, под которой при данных погодных условиях понимается (по А.Р. Константинову) величина суммарного испарения луга или любой сельскохозяйственной культуры с сомкнутой вегетирующей массой (с сомкнутым травостоем) при оптимальных пищевом и водно-воздушном режимах корнеобитаемого слоя почвы. Испаряемость иногда называют потенциалом водопотребления фитоценоза;

- *максимальное суммарное испарение (максимальная эвапотранспирация, максимальное водопотребление)* растений, которое равно суммарному испарению конкретной сельскохозяйственной культуры при оптимальных пищевом и водно-воздушном режимах почвы. То есть, в отличие от испаряемости (потен-

циального водопотребления), здесь нет требования о сомкнутом травостое, а рассматривается суммарное испарение при фактическом состоянии вегетирующей массы, оптимальной влаговоздухообеспеченности корнеобитаемого слоя и требуемом пищевом режиме в любую фазу развития растений.

Испаряемость по величине никогда не может сравниться с потенциалом испаряемости (который эквивалентен теплоэнергетическим ресурсам климата), поскольку часть энергетических ресурсов, приходящих к поверхности земли (действительной поверхности), не расходуется на испарение, а тратится на теплообмен в атмосфере и почве. Именно на эту часть испаряемость меньше потенциала испаряемости. В свою очередь, максимальное суммарное испарение сельскохозяйственной культуры может быть численно равно испаряемости (в фазу вегетации с сомкнутой вегетирующей массой). Поэтому справедливо ограничение

$$E_m < E_0 < E_{p0},$$

где E_m — максимальное суммарное испарение (максимальная эвапотранспирация, максимальное водопотребление растений); E_0 — испаряемость; E_{p0} — потенциал испаряемости.

Для приближенной оценки необходимости регулирования водного режима почвы служит *показатель атмосферного увлажнения* (территории, сельскохозяйственных земель, сельскохозяйственных культур)

$$\lambda_p = \frac{P}{Z}, \quad (1)$$

где P , Z — атмосферные осадки и характеристика иссушающей способности приземного слоя атмосферы за расчетный период, соответственно.

Приведенное выше название соотношения (1) позаимствовано нами у Д.И. Шашко, как наиболее отвечающее физической сущности данного показателя. Вместе с тем для характеристики предложенных ранее подобных (1) соотношений использовались другие названия: гидротермический коэффициент (Г.Т. Селянинов), коэффициент увлажнения (Н.Н. Иванов), коэффициент влагообеспеченности (А.Н. Костяков), показатель зональности, показатель водообеспеченности (А.П. Лихацевич) и др.

Показатель (1) характеризует атмосферные условия. Причем отношение атмосферных осадков к потенциалу испаряемости характеризует водно-энергетический баланс территории и может использоваться для обобщенной оценки ее тепловодообеспеченности. Отношение атмосферных осадков к испаряемости показывает состояние водно-теплового баланса сельскохозяйственных земель. Отношение атмосферных осадков к максимальному суммарному испарению комплексно представляет тепловлагообеспеченность конкретной сельскохозяйственной культуры.

Почвенные условия характеризует *показатель увлажнения почвы*. Он представляет собой отношение диапазона изменения почвенных влагозапасов в корнеобитаемом слое за расчетный период к характеристике иссушающей способности атмосферы, в качестве которой в данном случае принимается либо испаряемость, либо максимальное суммарное испарение за тот же период

$$\lambda_w = \frac{\Delta W}{Z}, \quad (2)$$

где ΔW — изменение содержания почвенной влаги в корнеобитаемом слое за расчетный период.

Показатель увлажнения почвы (2) зависит от водно-физических свойств почв и комплексно отражает почвенно-гидрологические условия, складывающиеся в корнеобитаемом слое в течение расчетного периода, применительно к сельскохозяйственным землям в целом (в знаменателе – испаряемость), либо к конкретной сельскохозяйственной культуре (в знаменателе – максимальное суммарное испарение).

Предложенный выше термин «показатель увлажнения почвы» появился не сразу. Сложность в терминологическом представлении физической сущности соотношения (2) состояла в том, что в условиях переувлажнения он зависит от влагоемкости почвы, а в условиях недостатка влаги – от переменного почвенного влагосодержания. Поэтому соотношение (2) называлось и «показателем почвенной влагоемкости», и «показателем влагосодержания почвы». Представленное здесь название объединяет эти термины и является наиболее общим.

Участие в водопотреблении сельскохозяйственных земель (или сельскохозяйственной культуры) внутрпочвенного влагообмена (между корнеобитаемым и нижележащими почвенными слоями и грунтовыми водами) характеризует *показатель внутрпочвенного влагообмена*

$$\lambda_V = \frac{V}{Z}, \quad (3)$$

где V – влагообмен между корнеобитаемым и нижележащими почвенными слоями (и грунтовыми водами) за расчетный период.

Четвертый комплексный показатель, используемый для оценки водных режимов почв, учитывает непродуктивную часть атмосферных осадков. Он равен относительным потерям (за пределы расчетной площади) атмосферных осадков на поверхностный сток, зависящим от морфологии подстилающей поверхности (уклона поверхности земли и его протяженности, типа почвы, ее сложения, наличия и вида растительности на ней и т.п.), и характеризует местные условия (в том числе степень эрозионной опасности дождя). В отличие от приведенных выше характеристик водных режимов почв, мерой данного показателя служат атмосферные осадки. Он соответствует *коэффициенту поверхностного стока*

$$\sigma = \frac{C_p}{P}, \quad (4)$$

где C_p – поверхностный сток за расчетный период.

Обобщающим комплексным показателем водно-теплового баланса растений является отношение фактического суммарного испарения к испаряемости

$$\lambda_E = \frac{E}{E_0}, \quad (5)$$

где λ_E – обобщающий комплексный показатель влагообеспеченности растений; E – фактическое суммарное водопотребление (эвапотранспирация, суммарное испарение) сельскохозяйственной культуры, включающее испарение с поверхности почвы и транспирацию воды растениями.

Отношение (5) часто называют *критерием влагообеспеченности растений*. Данный показатель служит в качестве обобщающей характеристики водного режима, складывающегося в зоне обитания растений (в почве и в приземном слое воздуха). С его помощью выполняется суммарная комплексная оценка текущей тепло-влагообеспеченности сельскохозяйственных культур.

Простейшее уравнение водного баланса можно выразить с учетом представленных выше комплексных показателей водных режимов почв

$$\lambda_E = \lambda_P (1 - \sigma) \pm \lambda_W \pm \lambda_V. \quad (6)$$

Как и обобщающий комплексный показатель влагообеспеченности растений (5) комплексные показатели водного режима почв (1)-(4) могут выступать в качестве критериев подобия водных режимов почв. Условие подобия водных режимов (водных балансов) почв, как и при гидравлическом моделировании, может быть представлено в стандартной форме

$$\lambda_P, \lambda_W, \lambda_V, \sigma = idem. \quad (7)$$

Условие подобия (7) читается следующим образом: при установлении подобия водных режимов (водных балансов) корнеобитаемого слоя почвы на двух участках должны попарно сравниваться и быть одинаковыми численные значения показателей атмосферного увлажнения, почвенного увлажнения, внутрпочвенного влагообмена и поверхностного стока.

Для подтверждения актуальности гидромелиорации обычно служит показатель атмосферного увлажнения сельскохозяйственных земель (1). В свою очередь комплексные показатели (2)-(4) используются при сравнении водных режимов почв и установлении их подобия с целью обоснованного распространения результатов лабораторных и деляночных опытов с модульного (опытного) участка на производственные площади, а также для оценки необходимости гидромелиорации сельскохозяйственных земель и при расчетах ее режимов.

Например, в соответствии с (7) установлено, что в одних погодноклиматических, морфологических и почвенно-гидрологических условиях подобие режимов орошения модульного и производственного участков имеет место, если соотношение их поливных норм численно равно соотношению продолжительностей поливных циклов

$$\frac{m}{m_O} = \frac{T}{T_O}, \quad (8)$$

где m , m_O – нормы полива (нетто) для производственной площади и модульного (опытного) участка, соответственно; T , T_O – продолжительности поливных циклов для производственной площади и модульного (опытного) участка, соответственно.

Также доказано, что постоянная по площади норма непромывного (экологически сбалансированного) полива в производственных условиях ограничивается минимумом

$$m = \min \left[(W_{HB} - W_{III N}) \frac{T}{T + T_{1-i}} \right]. \quad (10)$$

где W_{HB} – наименьшая влагоемкость; $W_{III N}$ – предполивные влагозапасы почвы на последней (N -й) позиции по направлению продвижения поливного фронта (т.е. при завершении полива площади); T – продолжительность поливного цикла; T_{1-i} – продолжительность полива от 1-й до i -й позиции орошаемой площади по направлению продвижения поливного фронта.

Уравнение (8) является основополагающим не только при согласовании проектных режимов орошения производственной площади и модульного (опытного) участка, но и при определении размеров проектной и эксплуатационной норм полива, снижающихся по отношению к модульному участку на 30-50% с ростом продолжительности засухливых периодов.