

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ ХЛОПЧАТНИКА С ДИНАМИКОЙ УРОВНЯ ПАВОДКОВЫХ ВОД МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

**Исаев Сабиржан Хусанбаевич**

Д.С.Х.Н., профессор, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

**Аширов Юсуфбой Рахимбергенович**

Д.Ф.С.Х.Н.(PhD), докторант, Ташкентский государственный аграрный университет

**Базарбаева Бахадыр Абатбай угли**

Магистром Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

**Аннотация:** В данной статье приведены сведения о создании математической модели водопотребления при орошении хлопчатника в зависимости от изменения уровня фильтрационных вод при движении солей и почвенной влаги.

**Ключевые слова:** уровень грунтовых вод, математическая модель, элементы, почва, почвенная влага, насыщенность почвы, уравнение, аэрация, формула.

**Введение:** В результате глобального изменения климата в мире происходят изменения во всех геосистемах, повышение уровня мирового океана, таяние льдов и вечной мерзлоты, увеличение неравномерности выпадения осадков, изменение режима речного стока и другие изменения, связанные с неустойчивостью климата. По информации Международной продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), Международного института окружающей среды и развития и Института мировых ресурсов, около 30% орошаемых площадей в мире составляют земли с разной степенью засоления. В основном они распространены в сухих (засушливых) регионах (Китай, Индия, Мексика, Пакистан, США, Австралия и др.). В мире насчитывается 1 500 млн га засушливых земель и 932 млн га засоленных почв, из которых 32 млн га подвержены прямому воздействию солей.

В связи с глобальными изменениями климата, дефицитом водных ресурсов, ухудшением мелиоративного состояния земель мировыми учеными проводятся научные исследования в определенных направлениях по созданию дополнительных запасов воды и внедрению водосберегающих технологий. В мире перспективным направлением становится земледелие на засоленных и засоленных почвах, использование фитомелиоративного действия растений для улучшения мелиорации земель, улучшения физических свойств и засоленности почвы без нарушения экологического баланса, повышения ее продуктивности.

Наличие в нашей республике 4.3 Из миллиона гектаров орошаемых земель около 2 миллионов гектаров, или 45 процентов, составляют засоленные участки различной степени. Поэтому важно проведение исследований, направленных на разработку фитомелиоративных мероприятий с целью снижения негативных последствий маловодья на засоленных землях, обеспечения стабильного и высокого урожая сельскохозяйственных культур, сокращения химических

мелиоративных мероприятий при улучшении мелиорации земель, и повысить эффективность использования водных ресурсов для промывки солей и орошения.

**Уровень изученности проблемы.** Обширные научные исследования порядок и способы полива сельскохозяйственных культур в орошаемом земледелии, мелиорация засоленных почв, сроки солевых промывок, нормы и технология, биологический дренаж и фитомелиоративные мероприятия на водно-физические свойства почвы, порядок питания, рост растений, развитие, урожайность и его качество проводились в нашей Республике такими известными учеными, как С.Н.Рыжов, В.Е.Еременко, М.П.Меднис, А.Е.Нерозин, Р.Ахмедов, А.А.Рачинский, Н.Ф.Беспалов, Қ.М.Мирзажонов, Ф.М.Рахимбаев, Р.К.Икрамов, Ш.Нурматов, М.Х.Хамидов, А.Э.Авлиякулов, Б.Мамбетназаров, О.Р.Рамазонов, Ф.А.Бараев, Р.Муродов, У.Норкулов, А.Исашев, А.С.Шамсиев, С.Х.Исаев, М.Авлиякулов также иностранцы X. Beltrao, Hagedorn, Mohan Reddy Junna, Dagmar Balla, Andreas Thie, Dimitrios Zikos, Katharina Helming, Oudane, David Molden, Liu H, Al-Nadi, [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Однако на сегодняшний день в условиях маловодья проводится достаточная научно-исследовательская работа по предупреждению засоления почв, экономии водных ресурсов и улучшению мелиоративных условий, повышению эффективности математической модели в регионах, при разной глубине просачивания воды, при поливе хлопчатника, а повышение эффективности использования водных ресурсов при поливе не проводилось.

**Цель научной работы** - создание математической модели путем анализа теоретических основ влажности почвы и насыщенности почвы в зависимости от насыщенности почвы водой, используемой при орошении хлопчатника, с учетом глобального изменения климата.

**Объект исследования.** Научными исследованиями являются разная степень засоления почв Хорезмской, Джизакской и Сырдарьинской областей, уровень воды, подаваемой на хлопчатник, уровень просачиваемой воды, тип хлопчатника.

**Предмет исследования.** Разработка математической модели расхода воды на орошение хлопчатника в условиях разного уровня засоленности нашей республики, влияние влажности почвы на урожайность хлопчатника в зависимости от регионов с разной водностью.

**Методы проведения экспериментов:** Полевые опыты в НИИ агротехнологий хлопководства и семеноводства "Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах" (ПСУЕАИТИ, 1963 г.) , "Методика полевых опытов с хлопчатником" (ПСУЕАИТИ, 1981 г.) и были проведены полевые опыты (Ташкент, 2007 г).

**Результаты исследования:** суммируем формулу (1), формулу (3) и формулу (11) в одну систему:

$$\left. \begin{aligned} h &= \left[ g \frac{l}{v_0^2} Fr + \lambda \frac{v}{lv_0} \cdot Re \right] \cdot l \\ W(x, t) &= k_0 \frac{h+H_k+l}{l} \\ \mu_0 \frac{\partial H}{\partial t} &= \Pi_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + W(x, t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В результате получили формулу (1) в виде системы математических уравнений, описывающих взаимодействие поверхностных и грунтовых вод.

Переносим первое и второе уравнения системы уравнений формулы (1) в уравнение (1), в результате получаем математическую модель, выражающую взаимосвязь между глубиной расхода воды в зоне аэрации, интенсивностью насыщения в площадь аэрации и динамика глубины просачивания воды:

$$\mu_0 \frac{\partial H}{\partial t} = \Pi_x \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + k_0 \left\{ \frac{H_k + L}{L} + \frac{l}{L} \cdot \left[ g \cdot \frac{l}{v_0^2} \cdot Fr + \lambda \frac{v}{l \cdot v_0} \cdot Re \right] \right\} \quad (2)$$

Теперь проведем численный эксперимент уравнения (2).

Для этого сначала  $x = L\bar{x}$  введем безразмерные параметры вида и  $t = \frac{L^2}{v} \cdot \tau$  Тогда уравнение (2) принимает вид:

$$\mu_0 \cdot \frac{v}{L \cdot v_0} \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\Pi_x}{L \cdot v_0} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{L}{v_0} W \quad (3)$$

обе части уравнения (3)  $\frac{L}{v_0}$  умножить на  $Re = \frac{L \cdot v_0}{v}$  и  $Pe = \frac{L \cdot v_0}{\Pi_x}$  учесть критерии, В уравнение (3) будет выглядеть так:

$$\mu_0 \frac{1}{Re} \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{L}{v_0} W \quad (4)$$

В формулу (4) для решения уравнения введем функцию следующего вида:

$$H(\bar{x}, t) = e^{\gamma \tau} \cdot f(\bar{x}) \quad (5)$$

Уравнение (4) из формулы (5) принимает вид:

$$\frac{1}{Pe} \frac{\partial^2 f(\bar{x})}{\partial x^2} - \mu_0 \cdot \gamma \cdot \frac{1}{Re} \cdot f(\bar{x}) + e^{+\gamma \tau} \cdot \frac{L}{v_0} \cdot W = 0 \quad (6)$$

Запишем  $f(\bar{x})$  искомую функцию следующим образом:

$$f(\bar{x}) = e^{\beta \bar{x}} \quad (7)$$

Формула (7) формула (6) \_ давайте возьмем это:

$$\frac{1}{Pe} \beta^2 - \mu_0 \cdot \gamma \cdot \frac{1}{Re} + \frac{e^{-\gamma \tau}}{e^{\beta \bar{x}}} \cdot \frac{L}{v_0} \cdot W = 0 \quad (8)$$

или же

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= -\sqrt{\mu_0 \gamma \cdot Pr - \frac{e^{-\gamma \tau}}{e^{\beta \bar{x}}} \cdot \frac{L}{v_0} \cdot Pe \cdot W} \\ \beta_2 &= -\sqrt{\mu_0 \gamma \cdot Pr - \frac{e^{-\gamma \tau}}{e^{\beta \bar{x}}} \cdot \frac{L}{v_0} \cdot Pe \cdot W} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Если выражения формулы (9) перенести в формулу (7), то функция будет иметь следующий вид:

$$f(\bar{x}) = B_1 \exp(-D\bar{x}) + B_2 \exp(D\bar{x}) \quad (10)$$

$$\text{Здесь } D = \sqrt{\mu_0 \gamma \cdot Pr - \exp(\beta \bar{x} + \gamma \tau) \cdot \frac{L}{v_0} \cdot Pe \cdot W}$$

$$\left. \begin{aligned} f(\bar{x})|_{\bar{x}=0} &= 1 \\ f(\bar{x})|_{\bar{x}=\bar{h}} &= \exp(\lambda \bar{h}) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Используя формулу (11) граничных условий, получим систему уравнений для нахождения коэффициентов в формуле (10) выражения:

$$\left. \begin{aligned} B_1 + B_2 &= 1 \\ B_1 \exp(-D \cdot \bar{h}) + B_2 \exp(D \cdot \bar{h}) &= \exp(\lambda \bar{h}) \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Формула ( 12 )

решения линейных алгебраических уравнений методом Крамера,  $V_1$  и  $V_2$  находим значения коэффициентов:

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{\Delta_0} [\exp(D\bar{x}) - \exp(\lambda\bar{h})] \\ V_2 &= \frac{1}{\Delta_0} [\exp(\lambda\bar{h}) - \exp(-D\bar{h})] \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Из формулы (13) находим выражение функции формулы (10):

$$f(\bar{x}) = \frac{1}{\Delta_0} \{ [\exp(D\bar{x}) - \exp(\lambda\bar{h})] \cdot \exp(-Dx) + [\exp(\lambda\bar{h}) - \exp(-D\bar{h})] \cdot \exp(D\bar{x}) \} \quad (14)$$

Формула (12) преобразуется в формулу (5), и в результате получаем математическую модель, представляющую динамику уровня фильтрационных вод в зоне насыщения почвы при поливе:

$$H(\bar{x}, \tau) = \frac{e^{\gamma\tau}}{\Delta_0} \{ [\exp(D\bar{x}) - \exp(\lambda\bar{h})] \cdot \exp(-Dx) + [\exp(\lambda\bar{h}) - \exp(-D\bar{h})] \cdot \exp(D\bar{x}) \} \quad (15)$$

Разработана математическая модель, представляющая изменение уровня фильтрационных вод при водонасыщенности грунта в произвольный момент времени, проводимого в исследованиях. Численные эксперименты формулы математической модели (15) были проведены на основе параметров исследовательского комплекса, проведенного в условиях Сырдарьинской, Джизакской и Хорезмской областей и сопоставлены с результатами экспериментальных исследований.

Уровень фильтрационных вод в условиях Сырдарьинской области составляет 2 метра, уровень фильтрационных вод в условиях Джизакской области - 2,5 метра, уровень фильтрационных вод в условиях Хорезмской области - 3 метра. Согласно полученным результатам, в условиях Сырдарьинской области повышение уровня паводковых вод за первую декаду февраля в среднем составило -8,5 см, а за пятидневку июня -27,4 см. Аналогичная ситуация наблюдалась в Джизакской и Хорезмской областях, и было замечено, что соответственно изменился рост уровня паводковых вод. В Джизакской области при 2,5 м осадков она составила 46,9 см (в 3-й декаде июня), а в Хорезмской области при 3 м осадков за тот же период 29,6 см. Среднее повышение уровня воды была -15,2 см, в июле - 43,6 см и в сентябре - 32,3 см. Установлено, что она была 28,2 см, в августе и сентябре - 23,4 см.

**Вывод:** На основании параметров исследовательского комплекса, проведенного в условиях Сырдарьинской, Джизакской и Хорезмской областей, разработана математическая модель, отражающая изменение уровня фильтрационных вод при насыщении почвы водой.

1. Список использованной литературы : 1. Мардиев Ш., Исаев С.- Влияние на мелиоративное состояние орошаемых земель Хорезмской области по плодородию хлопчатника –/МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КУЛЬТУРНОГО ОБЩЕСТВА, Ежемесячный, Рецензируемый, Индексируемый Журнал, Принято: 25.06.2019.
2. Шерматов Ю., Исаев С., Ищанов Ю., Исаев Г. Экспресс-метод оценки засоленности мелиорированных орошаемых почв // Восточно-Европейский научный журнал, Польша, 2019, 2(42) 2019, с. 37 - 41.
3. Исаев С., Мардиев Ш., Кадыров З.-Моделирование поглощения питательных веществ корнями растений, произрастающих в засоленной местности -Интеграция подхода и бюджета ФАО-56. Журнал критических обзоров ISSN-2394-5125, том 7, выпуск 6, 2020 г.
4. Исаев С., Джуманов А., Авлакулов М., Табаев А., Маликов Э.-Капельное орошение сортов винограда снеговой и дождевой водой в условиях горных районов - Интеграция подхода и бюджета ФАО-56. Журнал критических обзоров ISSN-2394-5125, том 7, выпуск 9, 2020 г.

5. Исаев С., Аширов Ю.Р., Султанов У.Т. - Изучение устойчивости сортов хлопчатника к засухе и засолению - Интеграция подхода и бюджета ФАО-56. Журнал критических обзоров ISSN-2394-5125, том 7, выпуск 12, 2020 г.
6. Исаев С.Х., Рахмонов Р.У., Таджиев С.С., Гозиев Г.И., Хасанов С.З. – Эффективность поливной воды, отводимой в борозды, при борьбе с эрозией – // 1<sup>-я</sup> Международная конференция по энергетике, гражданскому и сельскохозяйственному машиностроению (ICESAE 2020), 14-16 октября. Ташкент, Узбекистан.
7. Авлакулов М., Саидов И.Е. Моделирование теплового режима почвы в зоне аэрации при орошении сельскохозяйственных культур. V Международная научно-практическая конференция «МИР НАУКИ И ИННОВАЦИЙ» 9-11 декабря 2020 года. Лондон, Великобритания. С. 187-192.
8. Авлакулов М., Кодиров И.Е. Законы динамики процессов влаго-почвенного переноса и почв. II Международная научно-практическая конференция «Наука и образование: проблемы, перспективы и инновации» Киото. 4-6 ноября 2020 г. P.174-178.
9. Авлакулов М., Раджабов Ю. Моделирование процессов движения влаги и солей в почво-грунтах. XII Международная научно-практическая конференция «Динамика развития мировой науки» Ванкувер. 8-10 июля 2020г.р. 297-2-301.
10. Авлакулов М., Ешев С.С., Латипов Ш.Р. Расчет параметры живого сечения устойчивых ирригационных каналов. // Научные исследования XXI века. Россия, 2019. № 2(2). с. 108-113.
11. Авлакулов М., Мурадов Н.К. Процесс движения влаги и соли в grunтах. «В области инженерно-экологической науки обучение методология а также научный исследовательская работа проблемы а также решения» Республиканской научно-практической конференция статьи коллекция. Карши, 28-29 апреля 2017 г. 67-70 p.
12. Авлакулов М., Муродов Н.К., Рахимов А.Р. Изучение и моделирование процессов водно-солевого перемещения в зону аэрации. «Проблемы и решения эффективного использования водных ресурсов в южном регионе Республики Узбекистан» Сборник статей республиканской научно-практической конференции, 11-12 марта 2016 г. Город Карши. 340-342 стр.
13. Norqulov, U., Tuxtashev, B., Eshonqulov, J., Umarova, D., & Murodov, T. (2021). Procedures for cotton irrigation and groundwater irrigation. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(9), 995-998.
14. Berdibaev, E. Y., Sheraliev, K. K., Sattorov, O. A., Eshonqulov, J. S., Khaitov, E. A., & Tulqinov, I. G. (2021). Effects of irrigation regulations on the growth and development of cotton. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(11), 874-876.
15. Abdalova, G. N., Eshonkulov, J. S., Sulaymonov, S. O., & Abdullayeva, F. M. (2021). Improvement of cotton nutrition procedure and irrigation technologies. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(4), 720-723.
16. Sadirdinovich, S. A., & Saparboy o'g'li, E. J. (2022). INFLUENCE OF IRRIGATION PROCEDURES AND METHODS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF SHADE VARIETIES. *Conferencea*, 184-186.
17. Norkulov, U., Izbazarov, B., Tukhtashev, B., & Eshunkulov, J. (2022). Effects of Sardoba Reservoir Flood on Irrigated Land. *International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology*, 2(2), 40-42.