

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

## МЕЛИОРАЦИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

## RECLAMATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.67: 63.001.18

---

### УПРАВЛІННЯ ПОЛИВАМИ НА ОСНОВІ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ

---

**Волошин М.М.** – к.т.н., доцент,  
доцент кафедри гідротехнічного будівництва,  
водної інженерії та водних технологій,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Для реалізації концептуальних засад точного землеробства на меліорованих землях, зокрема більш точного розрахунку режимів зрошення з адаптацією їх параметрів до умов конкретного поля, мінімізацією інфільтраційних втрат, запропоновано багатошарову модель вологоперенесення в складі системи управління поливами. Виконано прогнозний розрахунок вологості ґрунту на основі багатошарової моделі вологоперенесення.

**Ключові слова:** управління поливами, багатошарова модель вологоперенесення, оперативне планування, режими зрошення, екологічні вимоги.

**Волошин Н.Н. Управление поливами на основе экологических требований**

Для реализации концептуальных основ точного земледелия на мелиоративных землях, в частности более точного расчета режимов орошения с адаптацией их параметров к условиям конкретного поля, минимизацией инфильтрационных потерь, предложена многослойная модель влагопереноса в составе системы управления поливами. Выполнен прогнозный расчет влажности ґрунта на основе многослойной модели влагопереноса.

**Ключевые слова:** управление поливами, многослойная модель влагопереноса, оперативное планирование, режимы орошения, экологические требования.

**Voloshin N.N. Management irrigation on the basis of ecological requirements**

For realization of conceptual bases of exact agriculture on reclamative earths, in particular more exact calculation of the modes of irrigation with adaptation of their parameters to the terms of the concrete field, by minimization of infiltration losses, the multi-layered model of vlagoperenosa is offered in composition control system поливами. The prognosis calculation of humidity of soil is executed on the basis of multi-layered model of vlagoperenosa.

**Key words:** management, multi-layered model of vlagoperenosa, operative planning, modes of irrigation, ecological requirements, поливами.

**Постановка проблеми.** За умов реалізації управління поливами на меліорованих землях виникає необхідність детального врахування водного режиму

---

грунтів, що зумовлено їх специфічними властивостями для даного поля (частини поля) [1; 2]. Крім того, система управління поливами повинна забезпечити водоощадливе зрошення та мінімізацію інфільтраційних втрат води. Такі вимоги може задовольнити система управління поливами, в складі якої наявна багат шарова (на відміну від існуючих двошарових) модель вологоперенесення [3].

**Постановка завдання.** Проведення польових дослідів та спостережень і розрахунок вологості ґрунту на основі багат шарової моделі вологоперенесення дозволять експериментально обґрунтувати і довести придатність таких моделей для використання в системах управління поливами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

*Багат шарова модель вологоперенесення.* Для вирішення задачі використаємо модель вологоперенесення в ґрунтах, складену із системи різницевих балансових рівнянь, що дозволить розраховувати динаміку вологості для кожного шару ґрунту.

Очевидно, що у разі застосування багат шарової моделі для управління поливами можна використовувати параметри різних режимів зрошення сільськогосподарських культур, зокрема водозберігаючих режимів зрошення. Задача екологічного обґрунтування поливних норм полягає у вивченні сумарного потоку вологи за межі розрахункового шару під час дії комплексу техногенних і природних факторів [4]. Проте у разі застосування певних режимів зрошення необхідно додатково обчислювати критерій вологості ґрунту, усереднюючи його за шарами, що в сукупності складають розрахунковий шар ґрунту. Для розрахунків за балансними різницевими рівняннями їх параметри необхідно адаптувати до умов конкретного поля або сукупності полів, тобто до гідрофізичних параметрів конкретних ґрунтових особливостей. Визначаються фактичні або прогнозні поливні норми ( $m$ ), фактичні або прогнозні значення опадів ( $p$ ), глибина розповсюдження коренів ( $h$ ), фактичні або прогнозні значення сумарного випаровування ( $E_n$ ), зокрема інтенсивності випаровування з різних горизонтів ґрунту.

Перевагами запропонованої багат шарової моделі динаміки вологості ґрунту для оперативного планування поливів є такі:

- більша точність розрахунків режимів зрошення на основі врахування потоків вологи в різних шарах ґрунту, адаптації параметрів моделі до конкретних ґрунтових умов поля;
- можливість мінімізації інфільтрації за розрахунковий шар з використанням прогнозних розрахунків строків і норм поливів.
- ретроспективний розрахунок (за минулий період за даними спостережень та вимірювання опадів, температури, відносної вологості, розрахунків на їх основі сумарного випаровування);
- на прогнозний період (якщо задані прогнозні значення поливів та опадів, розрахункові прогнозні значення сумарного випаровування).

*Термодинамічний підхід до побудови багат шарової моделі оперативного планування поливів.* Ефективне використання наявного земельного фонду, управління родючістю ґрунтів та охороною довкілля в Україні передбачає перегляд методологічних підходів до організації землеробства у напрямі оптимізації земле- та водокористування, створення та широкого впровадження у практику землеробства автоматизованих інформаційних технологій прийняття рішень. У таких інформаційних системах як елемент технології для умов

реалізації точного землеробства на меліорованих землях виникає необхідність детального врахування водного режиму ґрунтів, що зумовлено їх специфічними властивостями за профілем ґрунту для конкретного поля (частини поля). Крім того, система управління поливами повинна забезпечити водоощадливе зрошення та мінімізацію інфільтраційних втрат води [5]. Такі вимоги може задовольнити система управління поливами, в складі якої наявна багатошарова фізична та відповідна їй математична модель вологоперенесення, яка базується на розв'язанні диференціальних рівнянь.

У літературі обґрунтовані основи побудови диференціальних рівнянь під час розв'язування геофільтраційних задач та задач вологоперенесення в зоні аерації. Така побудова викликає найбільшу цікавість під час вертикального вологоперенесення в зоні аерації під дією гравітаційних і капілярних сил, тобто для побудови одномірних нестационарних моделей вологоперенесення, які базуються на понятті повного та часткового потенціалів ґрунтової вологи [6]. Визначення повного і часткових потенціалів ґрунтової вологи наведено в монографіях. Нині переконливо доведено, що на основі поняття термодинамічного потенціалу води в ґрунті можна отримати задовільний опис всіх найважливіших процесів перерозподілу і витрати ґрунтової вологи (рис. 1).

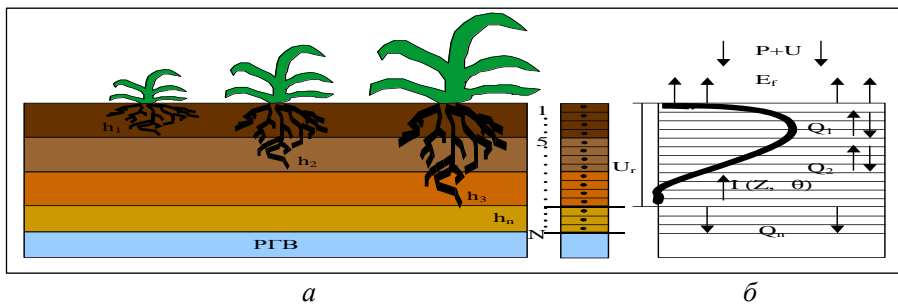


Рисунок 1. Схема багатошарової (а – фізичної, б – математичної) моделі поглинання вологи та вологоперенесення в ґрунтах під час зрошення

*Оперативне управління поливами на основі багатошарової моделі вологоперенесення.* Система різницевих рівнянь, яка дає змогу розраховувати вологість ґрунту в кожний момент часу, може бути використана як багатошарова модель в системах оперативного управління поливами. Для вирішення задачі така багатошарова модель вологоперенесення в ґрунтах, складена із системи різницевих балансових рівнянь, дозволяє розраховувати динаміку вологості ґрунту пошарово, а саме:

- за минулий період за даними спостережень та вимірювання опадів, температури, відносної вологості, розрахунків на їх основі сумарного випаровування;
- на прогнозний період, якщо задані прогнозні значення поливів та опадів, розрахункові прогнозні значення сумарного випаровування.

Така модель описує динаміку стану об'єкта управління на кожному інтервалі. Крім моделі динаміки в системі управління визначаються також критерії управління, на основі яких визначають управлінські дії.

Під час оперативного управління поливами нами використовуються екологічний і технологічний критерії.

Управління поливами на основі багат шарової моделі передбачає використання екологічного критерію під час вибору поливних норм. Задача вибору поливних норм під час управління поливами полягає у мінімізації сумарного потоку вологи за межі розрахункового шару у разі дії комплексу техногенних і природних факторів. Отже, потрібно визначити такий набір норм  $m_1, m_2, \dots, m_n$ , для якого сумарний потік вологи на інтервалі  $[\tau_0; \tau_1]$  через поверхню  $z$  (екологічний критерій управління) задовольняє умову:

$$Q(\tau_0, \tau_1, m) = \int_{\tau_0}^{\tau_1} g(\tau) d\tau \leq C, \quad (1)$$

Рівень  $C$  об'єму води, що витікає за конкретний розрахунковий шар, задає екологічні вимоги технології поливу дощуванням. Зазвичай сумарна інфільтрація за метровий шар ґрунту не повинна перевищувати 1–3% величини поливної норми. Детально екологічний критерій вивчався в роботах, тобто вивчалась величина поливної норми, що не викликає суттєвої інфільтрації, залежно від комплексу факторів: інтенсивності сумарного випаровування; розвитку кореневої системи; початкового зволоження профілю (передполивний поріг вологості).

Другим важливим критерієм оперативного управління поливами (технологічним критерієм) є обмеження на режими зрошення. Так, у разі застосування певних режимів зрошення строки і норми поливу визначаються на основі критерію вологості ґрунту. Для цього в багат шаровій моделі розраховується середня вологість ґрунту в розрахунковому шарі на основі епюри вологості за глибиною:

$$\theta_h^{сеп} = \frac{\sum_{i=1}^m \theta_i}{m},$$

(2)

де  $\theta_i$  – вологість ґрунту в  $i$ -му шарі;  $m$  – число горизонтів ґрунту, що складають розрахунковий шар  $h$  (рис. 2).

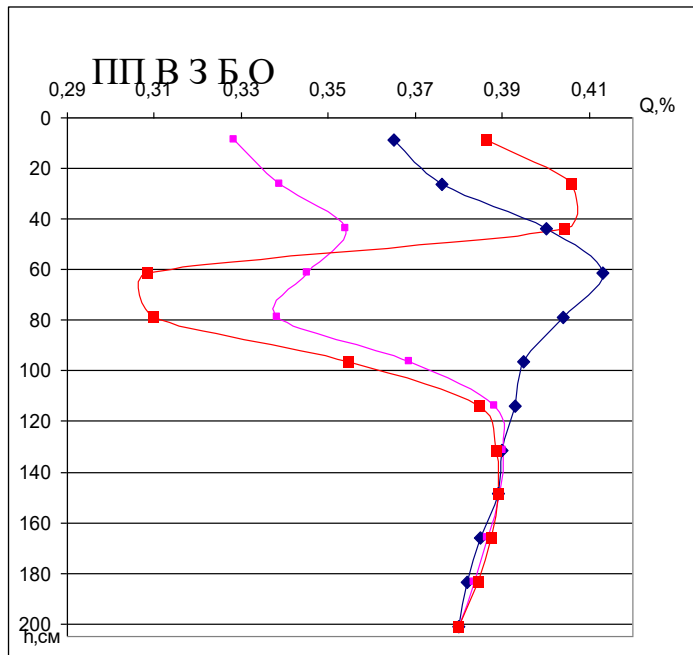


Рис. 2. Управління вологістю ґрунту на основі багатошарової моделі вологоперенесення (ПП – передполивний поріг вологості ґрунту, ВЗ – водозберігаючий режим зрощення, БО біологічно оптимальний режим)

Реалізація біологічно оптимальних режимів зрощення забезпечується підтриманням середньої вологості ґрунту в інтервалі

$$\theta_{кр} \leq \theta_{1м}^{сер} \leq \theta_{НВ}. \quad (3)$$

У ресурсозберігаючих режимах зрощення параметри змінюються за фазами розвитку. Критерієм, який свідчитиме про задовільну чи незадовільну вологість ґрунту (наприклад, для люцерни другого року) є середня вологість шару ґрунту товщиною 0,7 м:

$$0.75\theta_{НВ} < \theta_{\square_{0,7м}} \leq \theta_{НВ}, \quad (4)$$

або в % об'єму

$$0.24 < \theta_{\square_{0,7м}} \leq 0.329, \quad (5)$$

Залежно від культури та фази розвитку в некритичні фази розвитку нижнє значення передполивної порогу вологості ґрунту може знижуватись.

**Висновки і пропозиції.** Систематизовано методику ідентифікації параметрів математичних багатошарових моделей вологоперенесення для управління поливами на основі визначення взаємозв'язку натурних (польових) спостережень, комп'ютерних експериментів та комплексу лабораторних гідрофізичних досліджень, що базуються на фізично обґрунтованих уявленнях про термодинамічний потенціал ґрунтової вологи. Вдосконалено метод оперативного управління поливами із застосуванням багатошарової математичної моделі вологоперенесення, що вирішує задачі управління вологістю ґрунту під час зрощення з високою точністю на основі адаптації параметрів моделі до конкретних умов поля, мінімізації інфільтрації води в нижні горизонти.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Ромащенко М.І., Драчинська Е.С., Шевченко А.М., Дудинець Ф.Н. Концептуальні засади організації інформаційного забезпечення точного землеробства на меліорованих землях. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 4. С. 60–64.
2. Ушкаренко В.О., Міхєєв Є.К. Система точного землеробства як об'єкт управління. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 4. С. 11–16.
3. Ковальчук П.І., Ковальчук В.П., Пужай О.М., Яцик М.В. Еколого-технологічне обґрунтування поливних норм на основі математичного моделювання. *Меліорація і водне господарство*. 1996. № 83. С. 33–40.
4. Ковальчук П.І., Михальська Т.О., Ковальчук В.П. Оцінка ефективності ресурсозберігаючих режимів зрошення на основі математичного моделювання. *Меліорація і водне господарство*. 1998. № 85. С. 29–36.
5. Ковальчук П.І., Михальська Т.А., Ковальчук В.П., Писаренко П.В. Еколого-економічне обґрунтування поливних та зрошувальних норм на основі інформаційних технологій. *Меліорація і водне господарство*. 1999. Вип. 86. С. 28–35.
6. Ковальчук П.І., Волошин М.М., Ковальчук В.П. Багатошарова модель вологоперенесення для управління поливами в умовах точного землеробства. *Вісник українського державного університету водного господарства та природокористування*. Рівне: УДУВГтаП. 2002. Вип. 5 (18). С. 64–71.

**УДК 631.1:631.5:628.****УМОВИ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЇВ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ  
РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗА ВПЛИВУ  
ТА ВЗАЄМОДІЇ ДОСЛІДЖУВАНИХ ЧИННИКІВ****Дементьєва О.І.** – к.с.-г.н.,асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»**Бойко Т.О.** – к.б.н.,доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

У статті розглянуто питання ефективності вирощування гібридів кукурудзи різних груп стиглості на темно-каштанових ґрунтах Інституту зрошуваного землеробства та Асканійської сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук за поливів водою різної якості. Встановлено, що взаємодія родючості ґрунту, кліматичних умов та меліоранту за використання для зрошення агресивної води II класу (Інгулецька зрошувальна система) дозволила отримати урожайність зерна середньопізніх гібридів кукурудзи на рівні урожайності за умов поливів дніпровською водою I класу придатності.

**Ключові слова:** якість поливної води, урожайність зерна, економічна ефективність, вартість вирощеного зерна, чистий прибуток, собівартість зерна, рівень рентабельності.

**Дементьєва О. И., Бойко Т.А.** Условия формирования урожая зерна кукурузы различных групп спелости при влиянии и взаимодействии исследуемых факторов

В статье рассмотрены вопросы эффективности выращивания гибридов кукурузы различных групп спелости на темно-каштановых почвах Института орошаемого земледелия и Асканийской сельскохозяйственной опытной станции Национальной академии аграрных