

УДК 631.62:519.876.5

Біда П. І., викладач (Технічний коледж Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне)

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНИХ ДРЕНАЖНО-СОРБЦІЙНИХ МЕЛІОРАТИВНИХ СИСТЕМ

Проведено моделювання параметрів комбінованих дренажно-сорбційних меліоративних систем на предмет оптимізації відстані між фільтруючо-сорбційними елементами верхнього ярусу з врахуванням технологій їх будівництва.

Ключові слова: моделювання, меліоративна система, дренажно-сорбційна система, технологія будівництва.

Проведено моделирование параметров комбинированных дренажно-сорбционных мелiorативных систем на предмет оптимизации расстояния между фильтрующими-сорбционными элементами верхнего яруса с учетом технологий их строительства.

Ключевые слова: моделирование, мелiorативная система, дренажно-сорбционная система, технология строительства.

Combined drainage and sorption reclamation systems parameters have been modeled in order to optimize the spans between filtering sorption elements of the upper layer taking into account the construction technologies.

Keywords: modeling, melioration system, drainage sorption system, construction technology.

Перспективи розвитку фундаментальних і прикладних досліджень в галузі сільськогосподарських гідротехнічних меліорацій передбачають розробку конструкції меліоративних систем багатоцільового використання, екологічно надійних, з мінімальними затратами на їх експлуатацію, спрямованих на зниження матеріалів та енергоємності реконструкції систем, регулювання кількості скиду стічних вод, підвищення продуктивності праці і коефіцієнта земельного використання [1, 2].

Зокрема, галузеві інновації в Російській Федерації, Білорусі, Україні направлені на створення екологічно орієнтованих меліоративних систем на основі прогресивних способів осушення; реконструкцію меліоративних систем під різні способи регулювання вологості з урахуванням вимог ландшафтної екології; безпеку поверхневих водних ресурсів; розробку технологій модернізації та експлуатації внутрішньогосподарських систем у зв'язку із розпаюванням земель сільськогосподарського призначення; врахування міграції ра-

діонуклідів в осушуваних ґрунтах та матеріальних й енергетичних ресурсів (з використанням як нових, так і місцевих будівельних матеріалів) тощо [1, 2].

Конструкції внутрішньогосподарської зрошувальної, осушувальної колекторно-дренажної і скидної мережі повинні забезпечувати економію.

При моделюванні параметрів дренажно-сорбційної системи необхідно враховувати формування високопродуктивних і екологічно стійких агроландшафтів. В наш час такі методичні підходи доцільно використовувати при реконструкції меліоративних систем, наприклад, із використанням дренажно-сорбційних систем, які зменшують винос важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів у поверхневій воді [3].

Як показує досвід, моделювання параметрів дренажно-сорбційних систем базується на розробках таких вчених як А.П. Власюк, В.С. Мошинський, М.М. Веригін, О.Я. Олійник, В.І. Лаврик, І.П. Айдаров, Д.В. Козлов, А.І. Голованов та ін. щодо оцінки й управління меліорованими землями побудованих на основі математичних моделей руху солей у пористих середовищах та методів розрахунку міграції солей у ґрунтах тощо [1, 3, 4].

Метою статі є моделювання параметрів дренажно-сорбційної системи, а саме: відстань між дренажно сорбційними елементами, вартість будівництва дренажно-сорбційної системи, коефіцієнт зменшення сумарного забруднення, приріст чистого прибутку. Зазначені аспекти моделювання проводились з метою економічного обґрунтування оптимізації параметрів дренажно-сорбційної системи.

В роботі використовували процедуру вирівнювання динамічних рядів, яка включає два етапи: обґрунтування типу функції, яка б адекватно описувала характер динаміки та оцінювання параметрів функції. На практиці переважно використовують функції, параметри яких мають конкретну інтерпретацію залежно від характеру їх динаміки. Найбільш поширені поліноми, експоненціальні функції та логістичні криві. Оцінювання параметрів трендових рівнянь найчастіше здійснюється методом найменших квадратів, основною умовою якого є мінімізація суми квадратів відхилень фактичних значень y_t від теоретичних Y_t , визначених за трендовим рівнянням

$$\sum_1^n (y_t - Y_t)^2 = \min. \quad (1)$$

В роботі використовували лінійну модель тренду. Трендово-регресійне моделювання виконували у середовищі Microsoft Excel з метою екстраполяції тренда. Принципова можливість екстраполяції ґрунтується на припущенні, що умови, які визначали тенденцію у минулому, не зазнають істотних змін у майбутньому. Формально операцію екстраполяції можна представити як визначення функції

$$Y_{t+v} = f(Y_t^*, v), \quad (2)$$

де Y_{t+v} – прогнозне значення на період упередження v ; Y_t^* – база екстраполя-

ції, найчастіше це останній, визначений за трендом рівень ряду.

Основним параметром системи є відстань між дренажно-сорбційними елементами. Із збільшенням відстані збільшується приріст чистого доходу, але зменшується вартість будівництва і ефект очищення сільськогосподарських угідь. Необхідно підібрати таке оптимальне значення відстані між дренажно-сорбційними елементами при якому сумарний еколого-економічний ефект був би максимальним. Основним критерієм еколого-економічного ефекту будемо вважати зменшення сумарного забруднення сільськогосподарських угідь. Як видно із табл. 1, при різних значеннях відстані між дренажно сорбційними елементами коефіцієнт зменшення сумарного забруднення може змінюватися від 8 до 25. Застосуємо методику побудови тренду для моделювання залежності вартості будівництва, приросту чистого доходу та зменшення сумарного забруднення від відстані між дренами.

Таблиця 1

Еколого-економічна характеристика дренажно-сорбційної системи

Відстань між дренами, м	Вартість будівництва, грн/га	Приріст чистого доходу, грн/га	Зменшення сумарного забруднення, рази
2	20412	1528	25,60
4	10206	3013	16,00
6	6804	3570	12,80
8	5953	3698	9,60
10	4252	3956	8,00

Розглянемо залежність вартості будівництва дренажної системи (грн/га) від відстані між дренажно сорбційними елементами (м). Оптимальною трендовою моделлю є степенева функція:

$$w = 38613,8x^{-0,943} . \tag{3}$$

де W – вартість будівництва, грн; X – відстань між дренами, м.

Коефіцієнт детермінації моделі становить $R^2 = 0,991$ (рис. 1).

Зміна приросту чистого прибутку DP у залежності від відстані між дренами x показано рис. 2. У цьому випадку неможливо підібрати одну оптимальну трендову модель. Згідно з критерієм R^2 найкращою є квадратична трендова модель, якій відповідає значення коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,970$.

$$DP_1 = -51,5x^2 + 894,8x + 49,2 . \tag{4}$$

За цією моделлю зменшення приросту чистого прибутку відбувається після того, як відстань між дренажно сорбційними елементами перевищить 9 метрів. Це твердження не виглядає реалістичним. Більш реалістичним є логарифмічний тренд (коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,951$).

$$DP_2 = 1491,2 \ln(x) + 691,6. \quad (5)$$

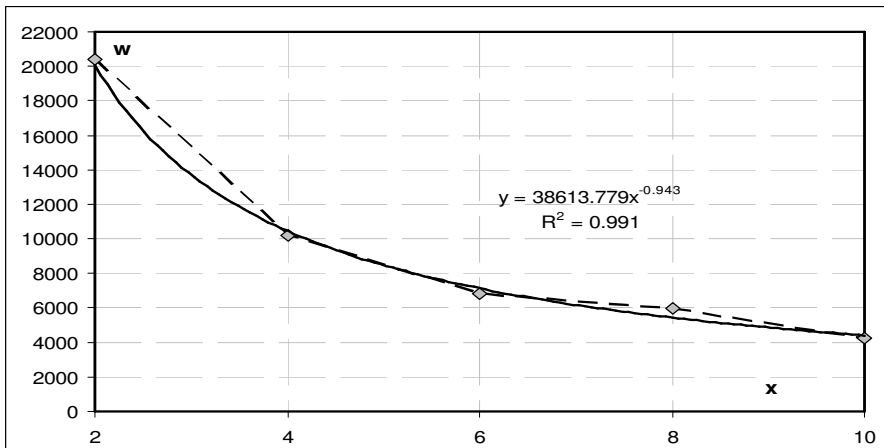


Рис. 1. Залежність вартості будівництва від відстані між дренажно-сорбційними елементами

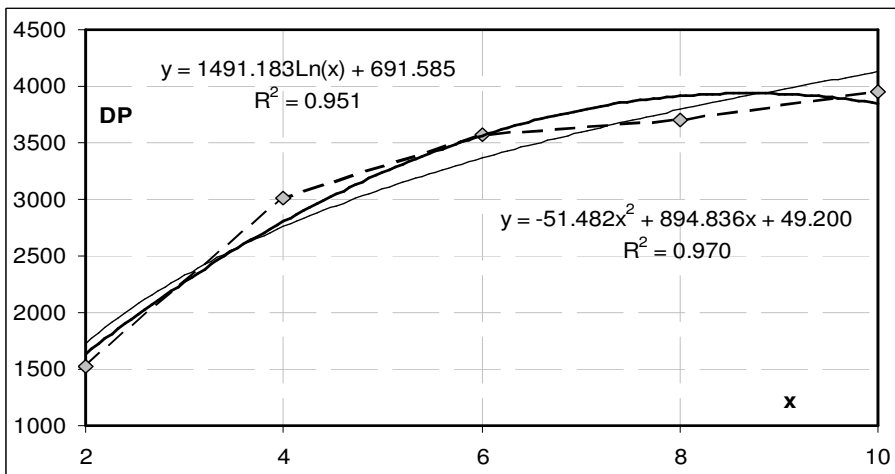


Рис. 2. Залежність приросту чистого доходу від відстані між дренажно-сорбційними елементами

Змішуючи обидва тренди ми отримуємо наступну трендову модель 6, яка й буде використана в подальших розрахунках.

$$DP = (DP_1 + DP_2) / 2, \quad (6)$$

Проаналізувавши залежність коефіцієнта зменшення сумарного забруднення Z від відстані між дренажно сорбційними елементами X (рис. 3), встановлено, що оптимальною трендовою моделлю є логарифмічна залежність 7 коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,986$.

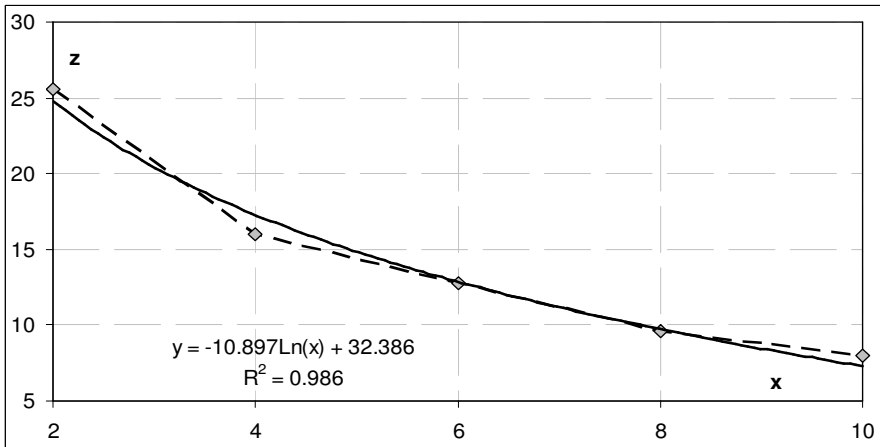


Рис. 3. Залежність коефіцієнта зменшення сумарного забруднення від відстані між дренами

$$z = -10,9 \ln(x) + 32,4. \quad (7)$$

Співвідношення (7) можна переписати в іншому вигляді:

$$x = e^{[(32,4-z)/10897]}. \quad (8)$$

Співвідношення (8) дозволяє підібрати потрібну відстань між дренами X для забезпечення необхідного ступеня зменшення сумарного забруднення сільськогосподарських угідь (Z). Згідно з технологією монтажу дренажно-сорбційної системи відстань між дренами X може становити 2, 4, 6, 8 або 10 метрів.

Використовуючи співвідношення (3)-(8), визначимо параметри дренажно-сорбційної системи для очищення сільськогосподарських земель для наступ-

них значень коефіцієнта зменшення сумарного забруднення території Z (табл. 2). Параметри W та DP визначається аналогічно до табл. 2.

Таблиця 2 може служити основою для прийняття рішення щодо параметрів дренажно-сорбційної системи для сільськогосподарських земель залежно від наявності фінансових ресурсів та вимог щодо ступеня їх очищення від радіоактивного забруднення.

Таблиця 2

Еколого-економічна характеристика дренажно-сорбційної системи

Відстань, між дренажно сорбційними елементами, м	Коефіцієнт зменшення сумарного забруднення, Z	Вартість будівництва дренажно-сорбційної системи, грн/га	Приріст чистого прибутку грн/га
2,0	24,83	20089	1679
4,0	17,28	10452	2782
6,0	12,86	7132	3464
8,0	9,73	5438	3853
10,0	7,30	4406	3987

Отже, розрахунки економічної оцінки влаштування та польові і лабораторні дослідження екологічної ефективності сорбції радіонуклідів у складових елементах дренажно-сорбційної системи підтверджуються і математичним моделюванням параметрів дренажно сорбційної системи.

Оптимальним значенням для дрен верхнього ярусу є відстань між фільтруючо-сорбційними елементами (4-6) метрів враховуючи конструктивні параметри будівництва дренажно сорбційних систем.

В подальшому необхідно вивчати моделювання параметрів верхнього і нижнього ярусів дренажно-сорбційних систем сумісно.

1. Айдаров И. П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России. Монография / И. П. Айдаров. – М., 2004. – 138 с. 2. Пріоритетні напрями реформування управління та охорони водних ресурсів на період 2006-2015 років. – Режим доступу: http://www.scwm.gov.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=195&Itemid=7.

3. Біда П. І. Математичне моделювання міграції ¹³⁷Cs в торфових ґрунтах зони Полісся України / П. І. Біда // Вісник НУВГП: зб. наук. пр. Нац. ун-ту водного госп. та природкор. Серія: Технічні науки. – Рівне: НУВГП, 2007. – Вип. 4(40). Ч. 1. – С. 203-210.

4. Мошинський В. С. Методи управління продуктивністю та екологічною стійкістю осушувальних земель : монографія / В. С. Мошинський. – Рівне: НУВГП, 2005. – 250 с.

Рецензент: д.т.н., професор Кожушко Л. Ф. (НУВГП)