



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-38

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до обґрунтування раціональної кількості варіантів проектних рішень при виконанні розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Автоматизація проектування водогосподарсько-меліоративних об'єктів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» за освітньо-професійною програмою «Водна інженерія та водні технології» денної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною комісією зі
спеціальності 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології»
Протокол №2 від 17.09.2019 р.

Рівне – 2019

Методичні вказівки до обґрунтування раціональної кількості варіантів проектних рішень при виконанні розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Автоматизація проектування водогосподарсько-меліоративних об'єктів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» за освітньо-професійною програмою «Водна інженерія та водні технології» денної форми навчання/ Рокочинський А. М., Турченко В. О. Волк П. П., Коптюк, Р. М., Приходько Н. В.. –Рівне : НУВГП, 2019. –24 с.

Укладачі: А. М. Рокочинський, д.т.н, професор, професор кафедри водної інженерії та водних технологій;

В.О. Турченко , д.т.н, доцент, професор кафедри водної інженерії та водних технологій;

П. П. Волк, к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій;

Р. М. Коптюк, к.т.н, доцент, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій;

Н. В. Приходько, к.т.н, асистент кафедри водної інженерії та водних технологій;

Відповідальний за випуск – Л. А. Волкова, к.с.-г.н., професор, завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій

©А. М. Рокочинський,
В.О.Турченко
П. П. Волк,
Р. М. Коптюк,
Н. В. Приходько, 2019
© НУВГП, 2019



Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ | 4 |
| 1. Загальні положення..... | 5 |
| 2. Методика прогнозно-імітаційних розрахунків..... | 9 |
| 3. Порядок виконання розрахунку..... | 14 |
| 4. Призначення програми..... | 16 |
| 5. Приклад виконання оптимізаційних розрахунків..... | 17 |
| 6. Список використаної літератури | 18 |
| 7. Додатки..... | 19 |





Вступ

Однією із найсучасніших, найпрогресивніших та найефективніших форм удосконалення традиційної системи підготовки спеціалістів є розробка і впровадження комп'ютерних технологій навчання, застосування яких повинно стати невід'ємною складовою загального навчального процесу при підготовці спеціалістів в області проектування складних технічних і природно-технічних систем та об'єктів різного призначення.

Перехід на оптимізаційні методи проектування та розрахунку водогосподарсько-меліоративних об'єктів потребує зміни методологічних підходів до обґрунтування в проектах будівництва і реконструкції гідромеліоративних систем (ГМС) оптимальних технологій (способів, режимів, схем водорегулювання) та відповідних конструктивних рішень для їх забезпечення.

Дані методичні вказівки розроблено в розвиток існуючих "Технических указаний по проектированию на ЭВМ расчетных режимов увлажнения сельскохозяйственных культур на системах двустороннего действия Украинской ССР" і входять до загального циклу навчально-методичного забезпечення, що використовуються студентами при виконанні розрахунково-графічної роботи "Оптимізація проектних рішень з водорегулювання осушуваних земель на багатоваріантній основі" при вивченні дисципліни «Автоматизація проектування водогосподарсько-меліоративних об'єктів» для студентів, які навчаються за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» виконуватися розрахунково-графічна робота "Оптимізація проектних рішень із водорегулювання осушуваних земель на багатоваріантній основі". У вказівках подані прогнозно - оптимізаційні розрахунки за програмою "BALANS". Вона дають змогу на передпроектній стадії виконувати комплекс прогнозних режимних розрахунків з оцінки ефективності різних технологій водорегулювання осушуваних земель за відповідними способами та вибору раціональної кількості із сукупності можливих варіантів проектних рішень щодо типів та конструкцій гідромеліоративних систем.



1. Загальні положення

Головна мета проектування полягає в пошуку оптимального проектного рішення з вибраної сукупності можливих варіантів. Сутність оптимізації при цьому зводиться до пошуку найкращого з (можливих) проектних рішень, яке дає мінімум (максимум) деякої цільової функції, що характеризує загальну (комплексну) ефективність об'єкта, що проектується. Тому для реалізації оптимізації головною умовою є наявність сукупності альтернативних проектних рішень.

Згідно діючими нормативами вибір проектних рішень щодо технологій водорегулювання, типу й конструкцій меліоративних систем та їх елементів на осушуваних землях, необхідно здійснювати залежно від конкретних умов реального об'єкта, що розглядається, шляхом порівняння можливих альтернативних варіантів. У загальному випадку найкращий варіант конструкції меліоративної системи визначається через порівняння техніко-економічних показників відповідних проектних рішень між собою.

Варіанти технічних і технологічних рішень при проектуванні нового будівництва, реконструкції чи модернізації меліоративних систем на осушуваних землях можуть бути сформовані за такими основними напрямками:

- 1) конструктивні рішення за системою в цілому щодо її типу, конструкції та параметрів;
- 2) конструктивні рішення за елементами системи щодо регулюючої, провідної та огорожувальної мережі, регулюючих гідротехнічних споруд, водозаборів, скидних споруд, насосних станцій тощо;
- 3) технологічні рішення щодо способів, режимів та схем водорегулювання.

Крім того, також можуть розглядатись варіанти за напрямками сільськогосподарського використання осушуваних земель щодо проектних видів, структури посівних площ та врожайності вирощуваних сільськогосподарських культур.

Всі ці варіанти проектних рішень забезпечують відповідну кількість та якість отримуваної сільськогосподарської продукції, тобто економічний ефект від реалізації гідромеліоративних заходів, а також відповідний екологічний ефект. Тому порівняльна оцінка



загального еколого-економічного ефекту дасть змогу вибрати спочатку найкращий варіант з можливих альтернативних рішень та визначити в подальшому абсолютну ефективність проекту в цілому. Отже, реалізація такого підходу передбачає обов'язкове застосування розгляду та оцінки проектних рішень у три етапи:

1) обґрунтування, вибір й попередня оцінка можливих варіантів проектних рішень щодо природно-агро-меліоративних умов реального об'єкта на передпроектній стадії;

2) обґрунтування й вибір оптимального варіанту проектного рішення за порівняльною оцінкою альтернативних варіантів на стадії ескізного проектування;

3) остаточна оцінка вибраного проектного рішення за абсолютними техніко-економічними показниками на стадії розробки технічної документації по проекту.

Вибір *обґрунтованої* сукупності можливих варіантів проектних рішень здійснюється наступним чином. Варіанти технічних і технологічних рішень у постановці оптимізаційних задач, що розглядаються, складаються зі схем водорегулювання на системі сукупності $I = \{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ як комбінації застосування можливих способів водорегулювання сукупності $S = \{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ для кожного поля під вирощуваними культурами в сівозміні сукупності $Q = \{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$ і можуть бути представлені, в свою чергу, також прямокутною матрицею $n_s \times n_k$.

Звідси витікає, що знаходження оптимального рішення з водорегулювання осушуваних земель при проектуванні та експлуатації меліоративних систем потребує в загальному випадку розгляду та аналізу значної кількості альтернативних варіантів.

Загальна теоретично можлива їх кількість дорівнює $n_i = (n_s)^{(n_k)}$ і може визначатися навіть десятками тисяч, що робить випадковий пошук і повне перебирання всіх варіантів принципово непридатним. Разом з тим, така задача може бути розв'язана тільки аналізом альтернативних варіантів можливих інженерних рішень.

Тому метод оптимізації в такому випадку повинен ґрунтуватися на направленому перебиранні можливих варіантів з урахуванням практики водорегулювання на осушуваних землях, що склалася,



тобто поєднувати в собі елементи евристичного підходу до прийняття рішень.

З огляду на конструктивні особливості ГМС на осушуваних землях і зумовленої цим технологічності водорегулювання на них, реальний інтерес з численних можливих варіантів схем водорегулювання, в першу чергу викликають ті, які передбачають регулювання водного режиму за схемами $i = s$, $s = \overline{1, n_s}$, коли для всіх культур сівозміни застосовується один з наявних способів водорегулювання, (осушення, попереджувальне та зволожувальне шлюзування, зрошення дощуванням), а також за схемою $i = n_s + 1$, що представляє собою комбіновану схему водорегулювання, складену з оптимальних способів s_0 для кожного поля k -ї культури проектної сівозміни.

Отже, розрахункову кількість варіантів схем водорегулювання на осушуваних землях з теоретично можливої сукупності $\{i\}$, $i = \overline{1, n_i}$ доцільно обмежити до $i = s$, де $s = \overline{1, n_s}$, та $i = n_s + 1$ або $s = \overline{1, (n_s + 1)}$.

Вибір *раціональної* кількості варіантів проектних рішень й пов'язаних з ними типу, конструкції і схеми роботи ГМС на осушуваних землях виконується за водобалансовими розрахунками, які дають змогу визначити ефективність застосування технологій водорегулювання, необхідні поливні та зволожувальні норми й інші показники, необхідні для розрахунку елементів регулюючої та провідної мережі системи відповідного типу і конструкції. Складнощі реалізації такої «простої» моделі водного балансу починаються з технічної можливості реалізації дуже великого обсягу прогнозних розрахунків, зумовлених необхідністю розгляду численних змінних параметрів, що впливають на умови формування водного режиму осушуваних земель.

Тому основу розробленої методики складають спрощені математичні моделі водного балансу на рівні меліорованого поля і системи в цілому, що реалізуються за потенційно можливими (кліматично забезпеченими) значеннями їх складових, отримані шляхом удосконалення наявних методу і моделі А.М.Янголя.



Для прийнятої структури розрахунків і заданого кроку

дискретизації τ , $\tau = \overline{1, n_\tau}$ (пентада, тиждень, декада - відповідно до реалізації моделі метеорологічних режимів) означена модель у загальному випадку має такий загальний вигляд

$$Wh_\tau = Wh_{\tau-1} + P_\tau - E_\tau \pm Vh_\tau + m_\tau, \tau = \overline{1, n_\tau}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (1.1)$$

де Wh_τ , $Wh_{\tau-1}$ - відповідні запаси продуктивної вологи РШГ на кінець розрахункових поточного τ і попереднього $(\tau-1)$ інтервалів часу при заданому початковому значенні, що дорівнює WRH^0 ;

P_τ - величина опадів за час τ ;

E_τ - відповідна величина сумарного випаровування;

Vh_τ - величина вологообміну розрахункового шару ґрунту h з нижчерозташованими шарами й РГВ у вигляді живлення (+) VWh_τ або інфільтрації (-) Vh_τ ;

m_τ - поливна норма при відповідному способі зволоження.

Модель водного режиму у вигляді рівняння (1.1) описує квазістаціонарний процес, коли всі зміни досліджуваного складного явища відбуваються миттєво наприкінці розрахункового терміну часу τ . Вона, в принципі, дозволяє виконувати водобалансові розрахунки при моделюванні в динаміці зміни водного режиму і визначальних його складових на меліорованому полі в межах меліоративної системи для можливих змінних множинних умов за сукупностями: розрахункових щодо вологозабезпеченості періодів вегетації $\{p\}$, $p = \overline{1, n_p}$; видів розповсюджених осушуваних ґрунтів $\{g\}$, $g = \overline{1, n_g}$; проектних видів вирощуваних культур $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$; можливих способів водорегулювання осушуваних земель $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ тощо.

При цьому природно-меліоративні умови мають розглядатись як усередненні за рахунок типізації метеорологічних режимів щодо розрахункових періодів вегетації, схематизації й параметризації можливих способів водорегулювання осушуваних земель.



Що стосується способів водорегулювання осушуваних земель як технологічного аспекту гідромеліорацій, то тут мається на увазі, що реалізація відповідного способу забезпечується необхідними параметрами ГМС та складових її елементів (регулююча і провідна мережі, необхідні гідротехнічні споруди тощо).

Через значний обсяг необхідних вихідних даних і виконуваних розрахунків останні реалізуються на ПЕОМ.

2. Методика прогнозних імітаційних розрахунків

Основу розробленої методики складають спрощені математичні моделі водного балансу ні рівні меліорованого поля і системи в цілому, що реалізуються за потенційно можливими (кліматично забезпеченими) значеннями їх складових.

Узагальнена структурна блок-схема виконання водобалансових розрахунків для завдання, що розглядається, подана на рис.2.1.

Розрахунки водного балансу на рівні меліорованого поля виконуються для розрахункового шару ґрунту (РШГ) $h=0,5\text{м}$ у зоні аерації ґрунту потужністю H_g (рис. 2.2):

– у місячному перерізі періодів вегетації розрахункової забезпеченості сукупності $\{p\}$ $p = \overline{1, n_p}$ ($n_p = 3$): $p = 1$, середні; $p = 2$, сухі; $p = 3$ посушливі, відповідно 50%, 75%, 90% забезпеченості за опадами;

– для кожної культури сукупності $\{k\}$, $k = \overline{1, n_k}$ проектного складу, структури посівів F_k , $k = \overline{1, n_k}$ та врожайності \hat{Y}_k , $k = \overline{1, n_k}$ відповідної проектною сівозміни;

- можливих варіантів технологій водорегулювання осушуваних земель сукупності $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ ($n_s = 4$): $s = 1$, робота системи в режимі осушення; $s = 2$, попереджувального

- шлюзування; $s = 3$, зволожувального шлюзування; $s = 4$, зрошення дощуванням.

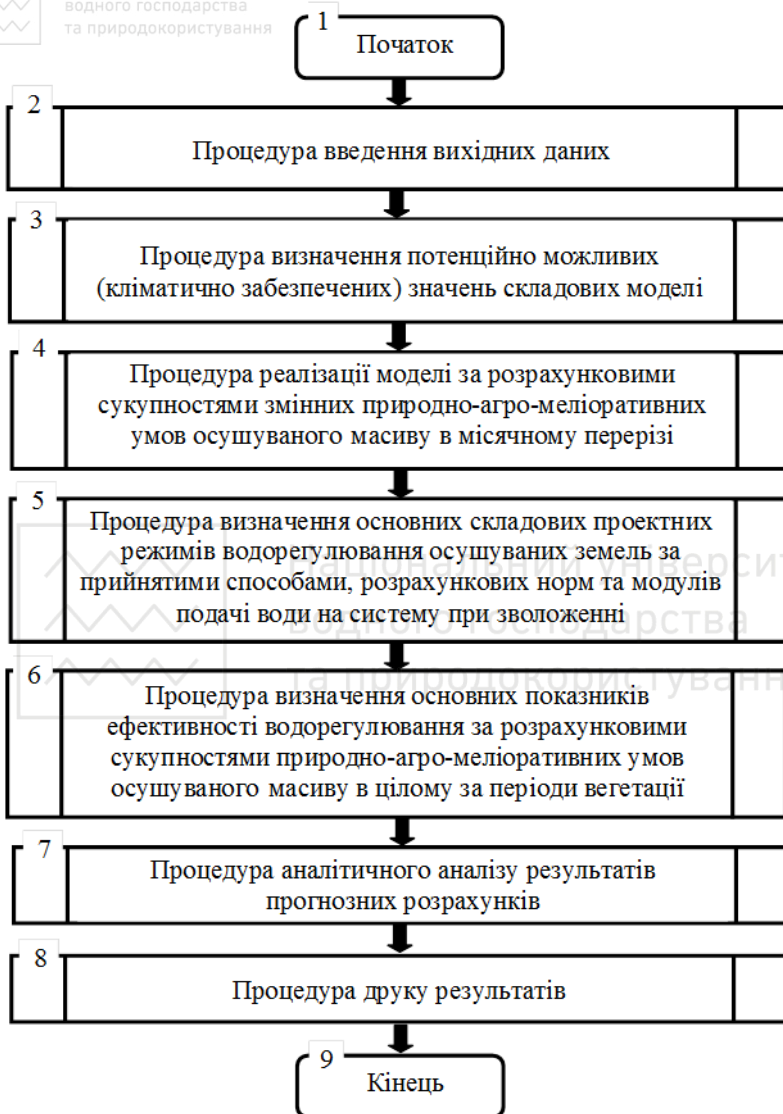


Рис.2.1. Структурна блок-схема реалізації водобалансових розрахунків для обґрунтування раціональної кількості варіантів проектних технічних і технологічних рішень з водорегулювання

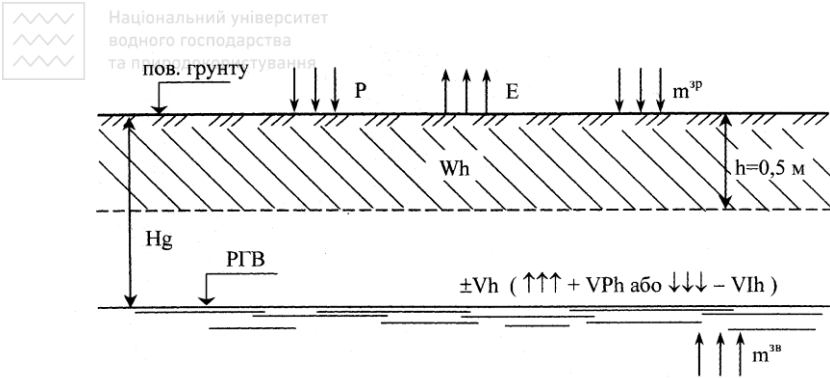


Рис.2.2. Розрахункова схема моделі водного режиму осушуваних земель.

Основними джерелами вихідних даних для виконання водобалансових розрахунків на ПЕОМ є стандартні матеріали інженерних вишукувань по об'єкту, що розглядається.

Загальна модель водного балансу для схематизованих природно-агро-меліоративних умов має вигляд

$$\pm M_{ksp} = E_{ksp} - \left(Wh_{ksp}^n - Wh_{ksp}^k \right) - X_p \pm VVh_{ksp},$$

$$k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}; p = \overline{1, n_p}, \quad (2.1)$$

де M_{ksp} - показник водного балансу, який вказує на дефіцит (+) або надлишок (-) води в РШГ h для заданих природно-агро-меліоративних умов, $\text{м}^3/\text{га}$;

E_{ksp} - відповідна величина сумарного випаровування, $\text{м}^3/\text{га}$;

Wh_{ksp}^n, Wh_{ksp}^k - запас продуктивної вологи РШГ відповідно на початок і кінець вегетаційного періоду ($WPh_{ksp}^n = WPh^0$, де WPh^0 - максимальний вологозапас ґрунту за врівноваженим вологовмістом, $\text{м}^3/\text{га}$;

X_p - відповідна величина атмосферних опадів, $\text{м}^3/\text{га}$;

- $\pm VVh_{ksp}$ - величина підживлення (+) РШГ з нижче розташованих шарів та рівня ґрунтових вод або можлива величина інфільтрації (-) атмосферних опадів через цей шар, $\text{м}^3/\text{га}$.



Всі складові водобалансової моделі (2.1) визначаються за переважно стандартними загальнозживаними методиками.

При розрахунку водного балансу за моделлю (2.1) можуть мати місце такі основні випадки:

$$\text{Якщо } EV_{ksp} - Wh_{ksp}^{\Pi} - X_p - VVh_{ksp} \leq 0, \text{ приймаємо, що } Wh_{ksp}^{\Pi} = Wh_{ksp}^K = Wh^0, \text{ тоді}$$

$$M_{ksp} = EV_{ksp} - X_p - VVh_{ksp}, \quad k = \overline{1, n_k}; \quad s = \overline{1, n_s}; \quad p = \overline{1, n_p} \quad (2.2)$$

При цьому, якщо отримаємо $0 < M_{ksp} \leq WPh^0$, приймаємо, що $M_{ksp} = 0$.

У випадку, коли $M_{ksp} < 0$, тоді $(-)Vh_{ksp} = X_{ksp} - EV_{ksp}$ і остаточно

$$M_{ksp} = VVh_{ksp}, \quad k = \overline{1, n_k}; \quad s = \overline{1, n_s}; \quad p = \overline{1, n_p}. \quad (2.3)$$

Якщо $EV_{ksp} - Wh_{ksp}^{\Pi} - X_p - VVh_{ksp} \geq 0$, приймаємо $Wh_{ksp}^K = 0$, тоді

$$M_{ksp} = E_{ksp} - WPh_{ksp}^0 - X_p - VVh_{ksp}, \quad k = \overline{1, n_k}; \quad s = \overline{1, n_s}; \quad p = \overline{1, n_p} \quad (2.4)$$

У першому випадку для умов, що розглядаються при розрахунку водного балансу за моделлю (2.2) та (2.3), переважають прибуткові статті і в РШГ на осушуваній території формується режим надлишкового або достатнього зволоження. А в другому випадку – за моделлю (2.4) – витратні, що вказує на необхідність зволоження осушуваних земель та орієнтовну величину зволожувальної норми для цього.

За результатами розрахунку водного балансу визначають можливі варіанти достатньо ефективних технологій водорегулювання з розглянутої сукупності $\{s\}$, $s = \overline{1, n_s}$ та відповідні конструктивні варіанти щодо типів й конструкцій ГМС у межах осушуваного масиву. Означене завдання реалізується за експертною оцінкою показника M_{ksp} щодо розглянутих схематизованих природно-агро-меліоративних умов об'єкта для розрахункового періоду вегетації 75% забезпеченості по опадах:



1) якщо для всіх культур проектної сівозміни показник M_{ksp}

набуває від'ємних значень (-) при $s=1$, то проектують тільки осушувальну систему;

2) якщо для більшості провідних культур проектної сівозміни показник M_{ksp} набуває позитивних значень (+) при $s=1$, то в такому разі доцільно розглянути можливість проектування осушувальної системи з попереджувальним шлюзуванням або застосування підгрунтового зволоження чи зрошення дощуванням на осушуваних землях.

У другому випадку з можливих варіантів водорегулювання зі зволоженням осушуваних земель перевага надається тим, де показник

$$M_{ksp} \rightarrow 0, k = \overline{1, n_k}; s = \overline{1, n_s}; p = \overline{1, n_p}. \quad (2.5)$$

При цьому у визначеній сукупності варіантів обов'язково розглядається проект осушувальної системи як база порівняння.

Таким чином, за допомогою водобалансових розрахунків на ПЕОМ можна ще на передпроектній стадії диференційовано оцінювати порівняльну ефективність застосування різних технологій водорегулювання осушуваних земель у конкретних природно-агро-меліоративних умовах об'єкта, що розглядається. Відповідно це дає змогу визначити можливі варіанти проектних рішень щодо типу та конструкції гідромеліоративної системи в заданих умовах. За тим, згідно з базовими проектними процедурами, розробляються робочі проекти ГМС за вибраними варіантами технічних та технологічних рішень з водорегулювання осушуваних земель, визначаються їх основні питомі техніко-економічні показники (проектна вартість системи, експлуатаційні витрати тощо). У подальшому, за допомогою більш детальних прогнозно-оптимізаційних розрахунків за відповідними моделями, можуть бути визначені реальні рівні загальної еколого-економічної ефективності кожного з варіантів та вибраний до реалізації оптимальний з них.



3. Порядок виконання розрахунку

Оснoву розробленої методики розрахунків становлять математичні моделі водного балансу на рівні поля та системи в цілому, які реалізуються на ЕОМ. Розрахунки водного балансу на рівні поля виконуються для розрахункового шару ґрунту 0,5 м по місяцях періодів вегетації розрахункової забезпеченості для кожної культури сівозміни за математичною моделлю, блок-схема і алгоритм якої представлений на рис.3.1. Всі необхідні складові водобалансових розрахунків і розрахункові показники визначаються загальноприйнятими методами.

Розрахунок виконується за такими вихідними даними:

- місцезнаходження об'єкта; проектна структура сільськогосподарського використання території: склад, площа і врожайність сільськогосподарських культур; середньо багаторічні норми опадів та дефіциту вологості повітря за період вегетації; види і властивості ґрунтів та площі їх поширення в межах осушувального масиву; можливі способи водорегулювання та норми зволоження осушуваних земель.

За допомогою водобалансових розрахунків на ЕОМ можливо моделювати всі основні режими роботи гідромеліоративної системи на осушуваних землях у періоди вегетації розрахункової забезпеченості для заданої структури сівозміни, а також оцінювати ефективність використання того чи іншого способу регулювання водного режиму в умовах об'єкта, що розглядається.

4. Призначення програми

Програма “BALANS” призначена для автоматизованого розрахунку на ЕОМ оцінки ефективності різних технологій водорегулювання осушуваних земель та вибору раціональної кількості варіантів проектних рішень типів та конструкцій гідромеліоративних систем.

Основними джерелами даних для отримання результатів розрахунків є дані нормативно-технічної проектної документації. Для підготовки початкових даних можуть бути використані друковані бланки (Додаток А, табл. А1).

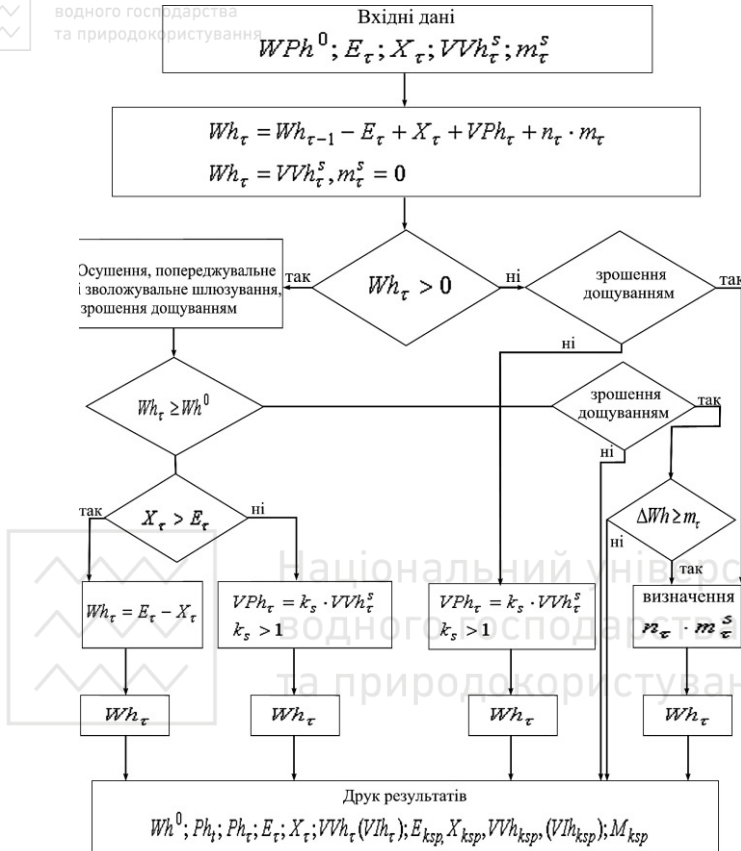


Рис.3. Блок-схема та алгоритм математичної моделі водобалансових розрахунків при різних способах регулювання водного режиму осушуваних земель

При виконанні водобалансових розрахунків для умов заданого об'єкту формуються такі групи вхідних даних:

1. Загальна характеристика об'єкта:

- шифр зони, середньо багаторічні значення опадів за вегетацію та відповідна сума середньодобових дефіцитів вологості (Додаток А, табл. А2);
- кількість культур у сівозміні, може приймати значення від 1 до 10;
- кількість ґрунтів на ділянці, від 1 до 5.



2. Характеристика ґрунтів:

- шифри ґрунту (Додаток А, табл. А3);
- продуктивний запас вологи в розрахунковому шарі ґрунту 0,5 м на початок вегетаційного періоду, може приймати значення від 300 до 700 м³/га (Додаток А, табл. А3);
- площу розповсюдження ґрунту на ділянці, приймає значення від 400 до 600 га та визначається за відповідним варіантом

3. Проектне сільськогосподарське використання земель:

- шифри культури проектної сівозміни, може приймати значення від 1 до 17 (Додаток А, табл. А4);
- частка культури в сівозміні, має значення менші за 1 та більші за 0.

4. Технічна характеристика гідромеліоративної системи:

- к.к.д. елементів регулюючої і провідної мережі. Значення к.к.д. встановлюється дослідним шляхом або приймається орієнтовно в залежності від виду ґрунту:

а) для зволоження шлюзуванням $\eta_{\text{шл}}=0,6...0,8$;

б) для зволоження дощуванням $\eta_{\text{д}}=0,7...0,9$;

в) для каналів $\eta_{\text{к}}=0,75...0,9$;

г) для трубопроводів $\eta_{\text{тр}}=0,9...0,95$.

Нижні границя значень к.к.д. відповідають достатньо водопроникним /піщаним, супіщаним, торф'яним/, а верхня - слабо водопроникним ґрунтам /суглинистим, глинистим/.

- можливі способи регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів:

а) попереджувальне шлюзування;

б) зрошення дощуванням;

в) підґрунтове зволоження;

г) осушення.

- поливна норма за розрахункову декаду задається лише у випадку застосування зрошення дощуванням. При цьому величина поливної норми нетто залежить від механічного складу ґрунту, виду дощувальної техніки, що застосовується, водозабезпеченості системи і складає $m=200...400 \text{ м}^3/\text{га}$.



5. Приклад виконання оптимізаційних розрахунків

Як приклад розглянемо об'єкт, розташований у Рівненській області. Ділянка площею 384,5 га, ґрунт суглинистий, водонасичений шар потужністю 2,5 м, коефіцієнт фільтрації 0,5 м/добу. Сівозміна складається з п'яти полів:

- багаторічні трави на сіно;
- ярові зернові;
- цукровий буряк;
- картопля;
- кукурудза на силос;
- буряк кормовий.

Завдання: оцінити ефективність застосування різних технологій водорегулювання та вибрати раціональну кількість можливих варіантів технічних рішень.

Порядок виконання:

1. Заповнюємо картку введення початкових даних (Додаток А, Додаток А1).

2. Вводимо початкові дані в ЕОМ і виконуємо розрахунок. Результати водобалансових розрахунків наведені в таблиці А6.

Висновок: за результатами розрахунків у даних умовах доцільно розглянути можливість проектування осушувальної системи з попереджувальним шлюзуванням, підґрунтовим зволоженням і передбачити осушення плюс зрошення дощуванням та попереджувальне шлюзування на фоні зрошення дощуванням для багаторічних трав.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.4.-1-99. “Меліоративні системи та споруди”. Вид. офіц. Київ : 2000. 174 с.

2. Проектування осушувальних систем. Практикум. / Лазарчук М.О., Рокочинський А.М., Черенков А.В.– К., “Вища школа”, 1989. 208 с.

3. Рокочинський А.М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водо регулювання осушуваних земель на еколого–економічних засадах: Монографія/ За редакцією академіка УААН. Ромашенка М.І.– Рівне: НУВГП, 2010. 351с.



4. Основи систем автоматизованого проектування. Навч. посібник. / Рокочинський А.М., Наумчук О.М., Величко С.В., Коптюк Р.М. За ред. проф. А.М. Рокочинського. – Рівне: НУВГП, 2010. 178 с.

5. Посібник до ДБН В.2.4-1-99 “Меліоративні системи та споруди” (Розділ 3. Осушувальні системи). Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем / А.М.Рокочинський, О.І. Галік, В.А.Сташук, Н.А. Фроленкова, В.А. Волошук, П.П. Волк та ін.Рівне, 2013. 64с.

6. Науково-методичні рекомендації до обґрунтування оптимальних параметрів сільськогосподарського дренажу на осушуваних землях за економічними та екологічними вимогами /А.М. Рокочинський, А.В. Черенков, В.Г. Муранов, О.Ю.Тимейчук, П.І. Мендусь, Н.А. Фроленкова, С.В. Шалай, С.П. Мендусь, С.Ю. Громаченко, П.П. Волк, Р.М. Коптюк. – Рівне, 2013. - 34с.

7. Тимчасові рекомендації з оптимізації водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції водогосподарсько-меліоративних об’єктів / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, Н.А. Фроленкова., П.П. Волк та ін. – Рівне, 2010. – 52 с.

8. Тимчасові рекомендації з прогностичної оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А.М. Рокочинський, В.А. Сташук, В.Д. Дупляк, Н.А. Фроленкова, П.П. Волк та ін. – Рівне, 2011. – 54 с.



Вхідні дані

Загальна характеристика об'єкту.

| шифр: | кількість: | кількість: | середні | середня сума |
|-------|------------|------------|-----------|----------------|
| зони: | культур | грунтів | опади за: | серед.добових: |
| : | в сіво- | на ділян- | вегета- | деф-в волог-і: |
| : | зміні | ці | цію, мм | повітря, мм |
| 2 | 5 | 1 | 417 | 846 |

Опис ґрунтів.

| шифр: | запас | площа роз- |
|-------|-----------|-------------|
| грун: | продук-і: | повсюдження |
| ту | вологи, | ґрунту на |
| : | м3/га | ділянки, га |
| 3 | 580 | 384,5 |

Проектне с-г використання земель.

| шифр: | проект: | частка |
|-------|---------|-----------|
| куль: | врожай, | куль-ри |
| тури: | ц/га | в сівозм: |
| 14 | 30 | 0.2 |
| 3 | 32 | 0.2 |
| 6 | 170 | 0.2 |
| 16 | 350 | 0.2 |
| 8 | 430 | 0.2 |

| к.к.д. | к.к.д. | способи регулювання | норма поливу: | | | |
|-----------|-----------|---------------------|-----------------------------|---|---|-----|
| зрошення: | підґрунт: | ----- | при зрошенні: | | | |
| дошукан- | зволожен- | попер: | зреш:підгр:осуш:дошуканням, | | | |
| ням | ня | шлюз. | дощ.:звол.:ення: м3/га | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0.8 | 0.6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 350 |



Основні види інформації, що використовуються
при реалізації водобалансових розрахунків

| Позначення | Зміст інформації |
|----------------------|--|
| 1 | 2 |
| Вихідна документація | |
| ШЗ | Шифр кліматичної зони розміщення об'єкта |
| ШК _i | Шифри сільськогосподарських культур |
| ШГ _i | Шифри різновидів ґрунтів |
| F _i | Площа, які займають різні види ґрунтів у межах об'єкта |
| N _{50%} | Сума атмосферних опадів за IV-X місяці періоду вегетації 50%-ї забезпеченості, мм |
| $\sum D_{50\%}$ | Сума середньодобових дефіцитів вологості повітря за той самий період, мм |
| y_i^n | Проектний урожай вирощуваних культур, ц/га |
| α_i | Частка культури в сівозміні |
| WPh_j^0 | Запас продуктивної вологи у розрахунковому шарі ґрунту, коли рівноважний волого вміст є максимальним, м ³ /га |
| η | Коефіцієнт корисної дії (ККД) способу зволоження осушуваних земель |
| h | Розрахунковий шар ґрунту 0...0,5 м |
| t | Початковий час розрахунків |
| τ | Розрахунковий інтервал часу: місяць, період вегетації |
| ОС | Осушення |
| ЗВШ | Зволожувальне шлюзування |
| ПШ | Попереджувальне шлюзування |
| ЗР | Зрошення дощуванням |
| S | За способом регулювання |
| Проміжні показники | |
| WPh | Запас продуктивної вологи у розрахунковому шарі ґрунту, м ³ /га |
| X | Ефективні атмосферні опади, що йдуть на поповнення вологозапасів розрахункового шару ґрунту, м ³ /га |
| VVh | Потенційно можлива величина підживлення розрахункового шару ґрунту з нижчих шарів і РГВ, м ³ /га |



| | |
|--------------------------------|--|
| VPh | Уживана величина підживлення розрахункового шару ґрунту з нижчих шарів і РГВ, м ³ /га |
| Основні розрахункові показники | |
| m | Поливна норма за розрахунковий період, м ³ /га |
| n | Кількість поливів за розрахунковий період |
| M^c | Зрошувальні норми за способом зволоження, м ³ /га |
| M_p | Показник водного балансу за розрахунковий період вегетації, м ³ /га |
| q | Модулі подавання води на зволоження, л/(с*га) |

Примітка. Для зручності виконання оптимізаційних розрахунків вартість показників приймаємо в у.о., 1 у.о.=1\$.

Таблиця А3

Середні значення опадів і сум середньодобового дефіциту вологості повітря за вегетацію (IV-X міс.) для зони достатнього і нестійкого зволоження України, мм

| Шифр зони | Область | Опади N ⁵⁰ | Дефіцит вологості повітря, $\sum N_{50}$ | Кліматичний дефіцит, (E ₀ -N) | |
|-----------|-------------------|-----------------------|--|--|---------|
| | | | | області | зони |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Львівська | 545 | 905 | 180 | ≤ 240 |
| | Волинська | 431 | 812 | 218 | |
| | Івано-Франківська | 484 | 882 | 222 | |
| 2 | Чернівецька | 492 | 926 | 249 | 240-280 |
| | Тернопільська | 464 | 893 | 250 | |
| | Житомирська | 428 | 858 | 258 | |
| | Рівненська | 417 | 846 | 260 | |
| 3 | Закарпатська | 510 | 998 | 288 | 280-320 |
| | Хмельницька | 438 | 920 | 298 | |
| | Вінницька | 424 | 928 | 318 | |
| 4 | Чернігівська | 382 | 916 | 350 | 320-380 |
| | Київська | 428 | 986 | 361 | |
| | Сумська | 397 | 951 | 364 | |
| | Черкаська | 382 | 940 | 370 | |
| 5 | Полтавська | 359 | 951 | 402 | >380 |



Продуктивний запас вологи в розрахунковому
шарі 0,5 м для різних типів ґрунтів, м³/га

| Шифр ґрунту | Ґрунт | Продуктивний запас вологи |
|-------------|----------|---------------------------|
| 1 | Пісок | 450...500 |
| 2 | Супісок | 500...550 |
| 3 | Суглинок | 550...600 |
| 4 | Глина | 300...350 |
| 5 | Торф | 650...700 |

Найменування сільськогосподарських культур і їх шифр

| Шифр культури | Найменування культури | Основна продукція | Період вегетації, міс. |
|---------------|-----------------------|-------------------|------------------------|
| 1 | Зернобобові | зерно | IV-VIII |
| 2 | | зелена маса | IV-VII |
| 3 | Ярі зернові | зерно | IV-VIII |
| 4 | Озимі зернові | зерно | IV-VIII |
| 5 | Льон | волокно | V-VIII |
| 6 | Картопля | бульби | V-IX |
| 7 | Цукровий буряк | коріння | V-IX |
| 8 | Буряк кормовий | коріння | V-X |
| 9 | Буряк столовий | коріння | V-X |
| 10 | Морква | коріння | V-X |
| 11 | Помідори | томати | V-X |
| 12 | Капуста | качани | V-X |
| 13 | Однорічні трави | зелена маса | V-IX |
| 14 | Багаторічні трави | сіно | IV-IX |
| 15 | Кукурудза | зерно | V-IX |
| 16 | | зелена маса | V-VIII |
| 17 | Культурні пасовища | зелена маса | IV-IX |



Розрахунок водного балансу

Rivnenska

РОЗРАХУНОК ВОДНОГО БАЛАНСУ.

Позначення: WPN- запас продукт.вологи,
OR- ефективні опади,
E- сумарне випаровування,
VVI- величина живлення,що використовується,
MP- показник водного балансу.

Норми подачі води на підгрунтьове зволоження і зрошення дощовим,м3/га

| | | p=50 % | | p=75 % | | p=90 % | |
|-------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| місяць: | | підгр.звол. | зрошен.дощ: | підгр.звол. | зрошен.дощ: | підгр.звол. | зрошен.дощ: |
| багаторіч.трави на сіно | | | | | | | |
| квітень | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| травень | 0 | 0 | 238 | 0 | 362 | 350 | 0 |
| червень | 52 | 0 | 250 | 350 | 443 | 700 | 0 |
| липень | 57 | 0 | 250 | 350 | 503 | 350 | 0 |
| серпень | 0 | 0 | 238 | 350 | 402 | 700 | 0 |
| верес. | 173 | 0 | 167 | 0 | 181 | 0 | 0 |
| | 282 | 0 | 1143 | 1050 | 1891 | 2100 | 0 |
| ярові зернове | | | | | | | |
| квітень | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| травень | 2 | 0 | 117 | 0 | 173 | 350 | 0 |
| червень | 38 | 0 | 165 | 350 | 372 | 700 | 0 |
| липень | 0 | 0 | 117 | 350 | 317 | 350 | 0 |
| серпень | 9 | 0 | 109 | 0 | 98 | 0 | 0 |
| | 49 | 0 | 508 | 700 | 962 | 1400 | 0 |
| картопля | | | | | | | |
| травень | 0 | 0 | 1 | 0 | 111 | 0 | 0 |
| червень | 0 | 0 | 0 | 0 | 212 | 350 | 0 |
| липень | 15 | 0 | 186 | 0 | 283 | 350 | 0 |
| серпень | 47 | 0 | 193 | 350 | 340 | 700 | 0 |
| верес. | 18 | 0 | 104 | 0 | 107 | 0 | 0 |
| | 80 | 0 | 484 | 350 | 1053 | 1400 | 0 |
| кукурудза на силос | | | | | | | |
| травень | 0 | 0 | 0 | 0 | 63 | 0 | 0 |
| червень | 0 | 0 | 109 | 0 | 158 | 350 | 0 |
| липень | 5 | 0 | 118 | 0 | 171 | 350 | 0 |
| серпень | 41 | 0 | 166 | 0 | 479 | 0 | 0 |
| | 46 | 0 | 393 | 0 | 871 | 700 | 0 |
| буряк кормовий | | | | | | | |
| травень | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| червень | 0 | 0 | 0 | 0 | 177 | 0 | 0 |
| липень | 12 | 0 | 170 | 0 | 248 | 700 | 0 |
| серпень | 47 | 0 | 226 | 350 | 409 | 350 | 0 |
| верес. | 33 | 0 | 185 | 350 | 505 | 700 | 0 |
| жовтень | 8 | 0 | 40 | 0 | 63 | 0 | 0 |
| | 100 | 0 | 621 | 700 | 1402 | 1750 | 0 |
| ср.зрош.норма | 185.67 | 0.00 | 1049.67 | 700.00 | 2059.67 | 1837.50 | 0 |
| розрах.модуль | 0.03 | 0.00 | 0.12 | 0.30 | 0.22 | 0.51 | 0 |



Водний баланс с/г полів за вегетацію.

| | : попереджув. зрошення : | | : підгрунтове: осушення : | |
|----------------------------|---|------|---|------|
| P, % : | : шлюзованія : дощюванням: зволоження : | | : шлюзованія : дощюванням: зволоження : | |
| wpn: e : or : vvi : mp : | : vvi : mp : | | : vvi : mp : | |
| ----- | | | | |
| 14 багаторіч.трави на сіно | | | | |
| 50 | 580 | 4136 | 2815 | 1190 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1190 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1242 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1028 |
| | | | | 0 |
| 75 | 580 | 4672 | 1970 | 1914 |
| | | | | 207 |
| | | | | 1471 |
| | | | | 0 |
| | | | | 2615 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1538 |
| | | | | 584 |
| 90 | 580 | 5029 | 1041 | 3027 |
| | | | | 381 |
| | | | | 1609 |
| | | | | 0 |
| | | | | 3469 |
| | | | | 0 |
| | | | | 2194 |
| | | | | 1214 |
| ----- | | | | |
| 3 ярові зернове | | | | |
| 50 | 580 | 2508 | 2439 | 245 |
| | | | | -177 |
| | | | | 245 |
| | | | | 0 |
| | | | | 161 |
| | | | | -93 |
| | | | | 162 |
| | | | | -94 |
| 75 | 580 | 2850 | 1708 | 559 |
| | | | | 4 |
| | | | | 435 |
| | | | | 0 |
| | | | | 944 |
| | | | | 0 |
| | | | | 373 |
| | | | | 189 |
| 90 | 580 | 3078 | 903 | 979 |
| | | | | 617 |
| | | | | 528 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1490 |
| | | | | 105 |
| | | | | 582 |
| | | | | 1013 |
| ----- | | | | |
| 6 картопля | | | | |
| 50 | 580 | 2889 | 2471 | 281 |
| | | | | 0 |
| | | | | 281 |
| | | | | 0 |
| | | | | 360 |
| | | | | 0 |
| | | | | 175 |
| | | | | 0 |
| 75 | 580 | 3177 | 1730 | 840 |
| | | | | 28 |
| | | | | 831 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1271 |
| | | | | 0 |
| | | | | 606 |
| | | | | 262 |
| 90 | 580 | 3369 | 914 | 1368 |
| | | | | 507 |
| | | | | 809 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1862 |
| | | | | 13 |
| | | | | 848 |
| | | | | 1027 |
| ----- | | | | |
| 16 кукурудза на силос | | | | |
| 50 | 580 | 2385 | 2095 | 24 |
| | | | | 0 |
| | | | | 24 |
| | | | | 0 |
| | | | | 70 |
| | | | | 0 |
| | | | | -38 |
| | | | | 0 |
| 75 | 580 | 2642 | 1467 | 524 |
| | | | | 71 |
| | | | | 481 |
| | | | | 0 |
| | | | | 873 |
| | | | | 0 |
| | | | | 346 |
| | | | | 250 |
| 90 | 580 | 2813 | 775 | 861 |
| | | | | 597 |
| | | | | 506 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1377 |
| | | | | 81 |
| | | | | 493 |
| | | | | 965 |
| ----- | | | | |
| 8 буряк кормовий | | | | |
| 50 | 580 | 3366 | 2783 | 446 |
| | | | | 0 |
| | | | | 446 |
| | | | | 0 |
| | | | | 547 |
| | | | | 0 |
| | | | | 311 |
| | | | | 0 |
| 75 | 580 | 3712 | 1948 | 1112 |
| | | | | 72 |
| | | | | 981 |
| | | | | 0 |
| | | | | 1520 |
| | | | | 0 |
| | | | | 827 |
| | | | | 356 |
| 90 | 580 | 3943 | 1030 | 1750 |
| | | | | 583 |
| | | | | 946 |
| | | | | 0 |
| | | | | 2318 |
| | | | | 15 |
| | | | | 1112 |
| | | | | 1221 |
| ----- | | | | |

