

УДК 631.432:626.86

Матус С. К., к.т.н., доцент, Рокочинський А. М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

УДОСКОНАЛЕННЯ ВОДОРЕГУЛЮВАННЯ НА АВТОМАТИЗОВАНИХ ОСУШУВАЛЬНО-ЗВОЛОЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

У статті розроблена методика організації території осушувально-зволожувальної системи з розвиненим рельєфом місцевості шляхом її розбиття на модулі та обґрунтовані параметри водорегулювання за досліджуваними показниками, різними технологіями і варіантами рельєфних умов. Розроблено структуру і функції автономного керованого модуля у складі інформаційно-вимірювальної системи і технічних засобів водорегулювання

Ключові слова: водорегулювання, осушувально-зволожувальна система, керований модуль

На даний час внаслідок реформування аграрного сектору та водогосподарсько-меліоративної галузі країни в ринкових умовах призвело до погіршення технічного стану осушувально-зволожувальних систем (ОЗС) та неефективності управління водорегулюванням на них.

Виконаний аналіз праць вітчизняних та зарубіжних вчених (В.Є. Алексєєвський, Г.І. Афанасик, О.І. Івицький, В.Ф. Шебеко, А.М. Янголь, Б.С. Маслов, П.І. Коваленко, П.І. Закрежевський, О.І. Голованов, А.П. Ліхацевич, А.Я. Олійник, В.Л. Поляков, М.М. Хлапук, А.М. Рокочинський, М.О. Лазарчук, М.М. Ткачук, Л.Ф. Кожушко, О.В. Скрипник, А.В. Яцик та ін.), присвячених дослідженню різних аспектів (від режимних до технологічних і технічних) формування водного режиму і водорегулювання на осушуваних землях, засвідчив, що дотримання сприятливого водно-повітряного режиму ґрунтів забезпечується використанням різних технологій водорегулювання: осушення, попереджувального шлюзування, неперервного та циклічного зволожувального шлюзування. Але наявні підходи не можуть бути ефективно реалізовані на всій площі ОЗС, як територіально складних об'єктах управління з нерівномірним рельєфом місцевості. При виражених рельєфних умовах меліорованого поля має місце значна просторово-часова мінливість рівня ґрунтових вод (РГВ) і вологості, амплітуда коливань яких негативно впливає на врожай [0].

При цьому, згідно [0], вже при ухилі поверхні землі 0,002 не досягається необхідний рівень вологозабезпеченості сільськогосподарських культур при застосуванні попереджувального та зволожувального шлюзування на значній частині системи. Очевидно, що нерівномірність рельєфу осушуваних масивів впливає на формування нерівномірності водного режиму впродовж всього вегетаційного періоду.

Водночас, за результатами досліджень М.М. Ткачука, М.В. Яцика, Б.І. Чалого, О.І. Тишенка, Н.В. Мозоля, П.І. Гаця та ін. рекомендується при розробці проектів реконструкції й модернізації існуючих ОЗС застосовувати на внутрішньогосподарській мережі конструкції модульних систем, що, в принципі, дає змогу враховувати основні сучасні природно-господарські умови на осушуваних землях (розпаювання меліорованих угідь, рельєф, ґрунти, формування стоку, структура посівів, розміри полів тощо) і, таким чином, ефективно використовувати водні і земельні ресурси при мінімальних небажаних впливах на навколишнє природне середовище.

Але, при цьому, відповідна організація території ОЗС шляхом її розбиття на рівні меліорованого поля на зменшені ділянки (*модулі*) відносно автономного управління водорегулюванням призводить до значного збільшення кількості територіально розподілених

віддалених об'єктів управління, необхідності регулювання і контролю різних параметрів. Все це значно ускладнює процеси оперативного управління водорегулюванням осушуваних земель, яке на практиці здійснюється переважно в ручному режимі, і визначає необхідною умовою його реалізації комплексну автоматизацію технології водорегулювання та засобів управління.

Як показує виробничий досвід, від 10...40% площ існуючих ОЗС характеризуються різним ступенем розвиненості рельєфу, що зумовлює недостатній рівень ефективності управління водорегулюванням на них. При виражених рельєфних умовах має місце значна просторово-часова мінливість РГВ і вологості з відхиленням до 40...60% від встановлених значень і зменшення врожаю вирощуваних культур на 20...30% [0, 0, 0].

Відповідно зняття цієї проблеми можливе шляхом проведення відповідної рельєфної організації території меліорованих полів ОЗС за *модульним принципом* з виділенням на них контурів з вирівняними рельєфними умовами та умовами водорегулювання.

Тому, на відміну від методу, розробленого білоруськими вченими (А.П. Ліхацевичем, А.П. Русецьким та ін.) [0], за яким площа модуля визначалась шляхом усереднення відміток землі, нами запропоновано принцип організації території ОЗС на рівні меліорованих полів й визначення площі кожного модуля в межах виділеного контуру за умовою, що середньозважені значення ухилу (\bar{i}) та перепаду поверхні землі ($\overline{\Delta H_{gi}}$) повинні відповідати рекомендованим значенням (\hat{i} , $\hat{\Delta H_{gi}}$), прийнятих на основі ранжування осушуваних земель з розвиненим рельєфом за показником його меліоративної ефективності [0].

Задача зводиться до пошуку площі модуля, при якій виконуються нерівності (1.1) і (1.2) та реалізується за допомогою програми AutoCAD Civil 3D

$$\bar{i} = \frac{i_1 \cdot f_1 + i_2 \cdot f_2 + \dots + i_n \cdot f_n}{\sum f_n} \leq \hat{i}; \quad (1.1)$$

$$\Delta H_{gi} = \frac{\Delta H_{gi1} \cdot f_1 + \Delta H_{gi2} \cdot f_2 + \dots + \Delta H_{gin} \cdot f_n}{\sum f_n} \leq \hat{\Delta H_{gi}}, \quad (1.2)$$

де i_n , ΔH_{gin} – значення ухилів і перепадів поверхні землі у межах виділеного контуру; f_n – відповідна площа у межах виділеного контуру.

Дане питання вирішувалось на прикладі системи двостороннього регулювання Сарненської науково-дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН України впродовж 2002-2009 рр.. Як об'єкти досліджень розглянуті дослідні ділянки загальною площею 26 га (рис. 1). Умови об'єкта є репрезентативними щодо виду та складу торфових ґрунтів, вирощуваних культур, рельєфних умов, що дало змогу отримати результати, придатні до використання на осушуваних землях Полісся, де частка торфових ґрунтів становить більше 30%.

На дослідних ділянках закладено гончарний дренаж з відстанню між дренами 10, 15, 20 м, довжина дрен 120...180 м, ухил 0,002, з глибиною закладання 0,8...1,1 м. Ґрунти ділянок – низинні, середньо- та високозольні торфи різної потужності.

На одній дослідній ділянці (№ 2), загальною площею 4 га (рис. 2), глибина залягання торфу сягає більше 1 м, ступінь його розкладання змінюється від 40...50% у верхньому шарі і до 30% – в нижніх шарах, зольність 17,2...28%. Коефіцієнт фільтрації торфу становить 0,64...1,65 м/добу. Торф підстиляється оглеєними супісками. Рельєф дослідної ділянки представлений незначними коливаннями відміток поверхні (в основному в межах 0,1...0,3 м).

Друга дослідна ділянка (№ 12), загальною площею 22 га (рис. 3), з глибиною торфу 0,5...1,0 м, ступінь його розкладання змінюється від 30...35%, зольність 10...15%. Коефіцієнт

фільтрації – 1,20 м/добу. Рельєф дослідної ділянки представлений більш значними загальними перепадами поверхні (у межах 0,6...0,8 м).



Рис. 1. Розташування дослідних ділянок № 2 і № 12 на ОЗС Сарненської дослідної станції

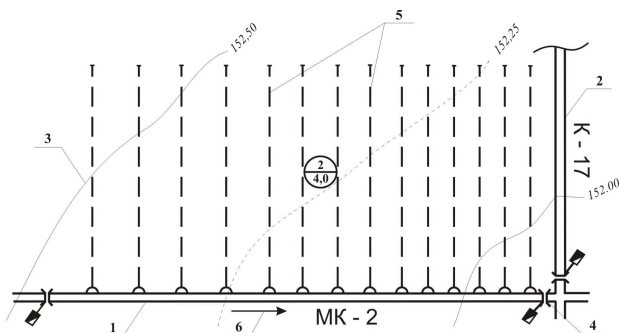


Рис. 2. Схема дослідної ділянки № 2

Умовні позначення:

- 1 – магістральний канал; 2 – відкритий осушувально-зволожувальний канал;
- 3 – горизонталі; 4 – регулятор-переїзд на каналі;
- 5 – дрени; 6 – напрямок руху води

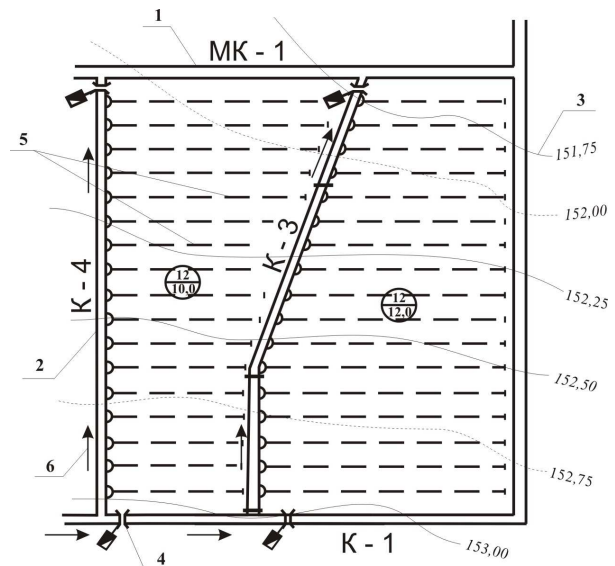


Рис. 3. Схема дослідної ділянки № 12

Виконана організація території передбачала ідентифікацію площ у межах виділених контурів на рівні поля за рельєфними умовами (ухилом поверхні землі i і перепадами поверхні землі ΔH_{gi}) та умовами водорегулювання за варіантами:

- *вар. 1* – (еталон) характеризується наявними вирівняними рельєфними умовами і умовами водорегулювання (ухил поверхні землі $i = 0 \dots 0,001$, перепади поверхні землі $\Delta H_{gi} = 0,1 \dots 0,3$ м);
- *вар. 2* – характеризується наявними невирівняними рельєфними умовами і умовами водорегулювання (ухил поверхні землі $i > 0,004$, перепади поверхні землі $\Delta H_{gi} > 0,6$ м);
- *вар. 3* – характеризується створеними вирівняними рельєфними умовами і умовами водорегулювання (ухил поверхні землі $i = 0,001 \dots 0,003$, перепади поверхні землі

$\Delta H_{gi} = 0,2...0,4 \text{ м}$).

Приклад реалізації зазначеного підходу в досліджуваних умовах наведений на рис. 4.

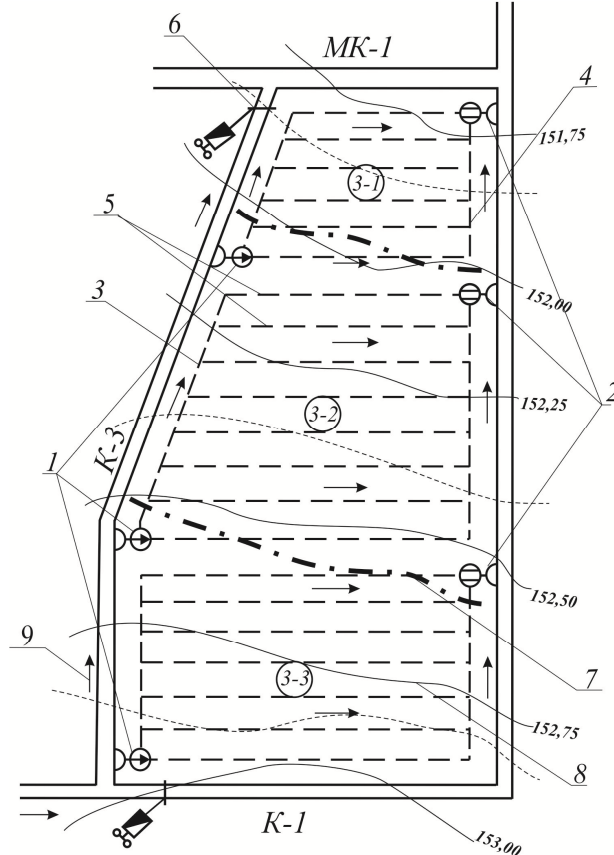


Рис. 4. Принципова схема розміщення модулів (3-1, 3-2, 3-3) у межах виділених контурів з вирівняними рельєфними умовами та розміщення автоматизованих регуляторів рівня ґрунтових вод на дослідній ділянці (вар. 3)

Умовні позначення:

- 1 – колодязі з регуляторами водоподачі; 2 – колодязі з регуляторами дренажного стоку;
- 3 – зволожувальний колектор; 4 – дренажний колектор;
- 5 – дрени; 6 – регулятор-переїзд на каналі; 7 – границя виділеного контуру модуля за рельєфними умовами; 8 – горизонталі;
- 9 – напрямки руху води; МК-1 – магістральний канал; К-1, К-3 – відкриті осушувально-зволожувальні канали

Полеві дослідження на дослідних ділянках системи за варіантами рельєфних умов полягали у вивченні та аналізі умов формування водного режиму і продуктивності вирощуваних багаторічних трав щодо відповідних способів водорегулювання загальноприйнятими методами ($s = 1$ – осушення; $s = 2$ – попереджувальне шлюзування; $s = 3$ – неперервне зволожувальне шлюзування) в умовах забезпеченості опадами, яка змінювалась від $p = 16,6\%$ до $p = 83,4\%$.

Для зняття обмежень польового експерименту щодо досліджуваних рельєфних умов та умов вологозабезпеченості в різні роки при різних технологіях водорегулювання виконано також машинний експеримент, у рамках якого реалізовано аналогічні варіанти рельєфних умов об'єктів та способів водорегулювання за всім можливим спектром років розрахункової вологозабезпеченості ($p = 10\%, 30\%, 50\%, 70\%, 90\%$) при вирощуванні багаторічних трав на торфових ґрунтах за визначеними в польовому експерименті параметрами РГВ та вологозапасів ґрунту. Машинний експеримент ґрунтується на використанні комплексу прогнозно-імітаційних моделей, розроблених у науково-дослідній лабораторії кафедри природооблаштування та гідромеліорацій Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП), реалізація яких регламентована відповідними галузевими нормативами Держводагентства України [0, 0, 0].

За результатами польових досліджень та машинного експерименту на дослідних ділянках нами обґрунтовано параметри водорегулювання за досліджуваними показниками (РГВ, вологість ґрунту, показник урожаю), різними технологіями та варіантами рельєфних умов (таблиця).

Визначено, що в нерегульованих умовах (вар. 2) розмах варіювання параметрів водорегулювання за досліджуваними показниками складає: РГВ – $0,58...1,23 \text{ м}$, вологості –

44...81% НВ, відносного врожаю – 0,60...0,71, а в регульованих умовах (вар. 3) відбувається його суттєве зростання: РГВ – 0,68...0,85 м, за вологістю 59...77%НВ і підвищення показника відносного врожаю до 0,67...0,81, що наближається до еталону (вар. 1).

Таблиця

Узагальнена характеристика досліджуваних показників водорегулювання за різними технологіями та варіантами рельєфних умов

Способи водорегулювання	РГВ (H_g , м)	Вологість ґрунту (wh , %НВ)	Відносний врожай (β_k^y)
	$\frac{H_{g_{\min}} \dots H_{g_{\max}}}{H_g}, м$	$\frac{wh_{\min} \dots wh_{\max}}{wh}, \% НВ$	$\frac{\beta_{k_{\min}}^y \dots \beta_{k_{\max}}^y}{\bar{\beta}_k^y}$
<i>вар. 1 - еталон</i>			
Осушення	$\frac{0,70 \dots 0,93}{0,81}$	$\frac{57 \dots 73}{65}$	$\frac{0,62 \dots 0,73}{0,69}$
Попереджувальне шлюзування	$\frac{0,68 \dots 0,87}{0,77}$	$\frac{60 \dots 78}{69}$	$\frac{0,70 \dots 0,85}{0,78}$
Зволожувальне шлюзування	$\frac{0,66 \dots 0,82}{0,74}$	$\frac{63 \dots 79}{71}$	$\frac{0,74 \dots 0,92}{0,83}$
<i>вар. 2 – нерегульовані умови</i>			
Осушення	$\frac{0,65 \dots 1,32}{0,99}$	$\frac{37 \dots 79}{58}$	$\frac{0,52 \dots 0,65}{0,59}$
Попереджувальне шлюзування	$\frac{0,62 \dots 1,24}{0,95}$	$\frac{45 \dots 81}{62}$	$\frac{0,62 \dots 0,71}{0,67}$
Зволожувальне шлюзування	$\frac{0,58 \dots 1,12}{0,85}$	$\frac{51 \dots 83}{67}$	$\frac{0,65 \dots 0,76}{0,70}$
<i>вар. 3 – регульовані умови</i>			
Осушення	$\frac{0,69 \dots 0,96}{0,83}$	$\frac{55 \dots 75}{65}$	$\frac{0,60 \dots 0,71}{0,66}$
Попереджувальне шлюзування	$\frac{0,67 \dots 0,88}{0,78}$	$\frac{59 \dots 78}{68}$	$\frac{0,70 \dots 0,82}{0,76}$
Зволожувальне шлюзування	$\frac{0,67 \dots 0,83}{0,76}$	$\frac{60 \dots 78}{70}$	$\frac{0,72 \dots 0,89}{0,81}$

Примітка.* β_k^y – відносний показник урожаю вирощуваних культур (відношення фактичного до потенційно можливого або максимально досягнутого врожаю); $\bar{H}_g, \bar{wh}, \bar{\beta}_k^y$ – середні значення РГВ, вологості та показника урожаю для років різної вологозабезпеченості

На ефективність водорегулювання суттєвий вплив має діапазон коливання РГВ і вологості на кожному модулі, оскільки система є інерційною щодо зміни цих параметрів.

У свою чергу, проведений дисперсійний аналіз для схематизованих рельєфних, природно-кліматичних і меліоративних умов з використанням критерію Фішера F_{05} на 5%-му рівні значущості показав суттєвість різниць між варіантами ділянок з нерівномірним рельєфом місцевості і з вирівняними рельєфними умовами та умовами водорегулювання (правомочність такого підходу підтверджується результатами виконаного аналізу співставлення фактичних F_ϕ і теоретичних F_{05} значень критеріїв Фішера, у всіх випадках $F_\phi > F_{05}$).

Ефективне управління меліоративними об'єктами як складними природно-технічними системами на стадії експлуатації в умовах поточного року практично неможливе без створення автоматизованих інформаційних систем управління (АІСУ) або інформаційно-дорадчих систем оперативного планування водорегулювання (ІДС ОПВ). Комплексні

науково-дослідні роботи з розробки таких систем на осушуваних землях в Україні були започатковані в середині 80-х років [0]. Ці системи досить успішно функціонували в багаторівневій ієрархічній структурі ОЗС та водорозподілу на ній, що давало можливість оцінки і прогнозу гідромеліоративної обстановки з оперативністю в тиждень та змогу керування на рівні руслового шлюза на магістральному каналі або шлюзів регуляторів в провідних каналах переважно в ручному режимі.

Відповідна організація території ОЗС з розвиненим рельєфом місцевості шляхом її розбиття на рівні меліорованого поля на модулі призводить до значного збільшення кількості об'єктів управління. У зв'язку зі збільшенням кількості територіально розподілених віддалених об'єктів в умовах рельєфної диференціації території меліорованих полів та необхідності регулювання і контролю різних параметрів виникає необхідність автономного управління водорегулюванням на кожному модулі шляхом системного поєднання функцій отримання і обробки інформації, прийняття рішення та його реалізації, що можливе лише при автоматизованому управлінні.

Виходячи з цього, нами розроблено структуру та функції автономного керованого модуля (рис. 5) у складі інформаційно-вимірювальної системи [0] і технічних засобів водорегулювання [0], а також інформаційне, методичне та алгоритмічне забезпечення їх спільної роботи [0]

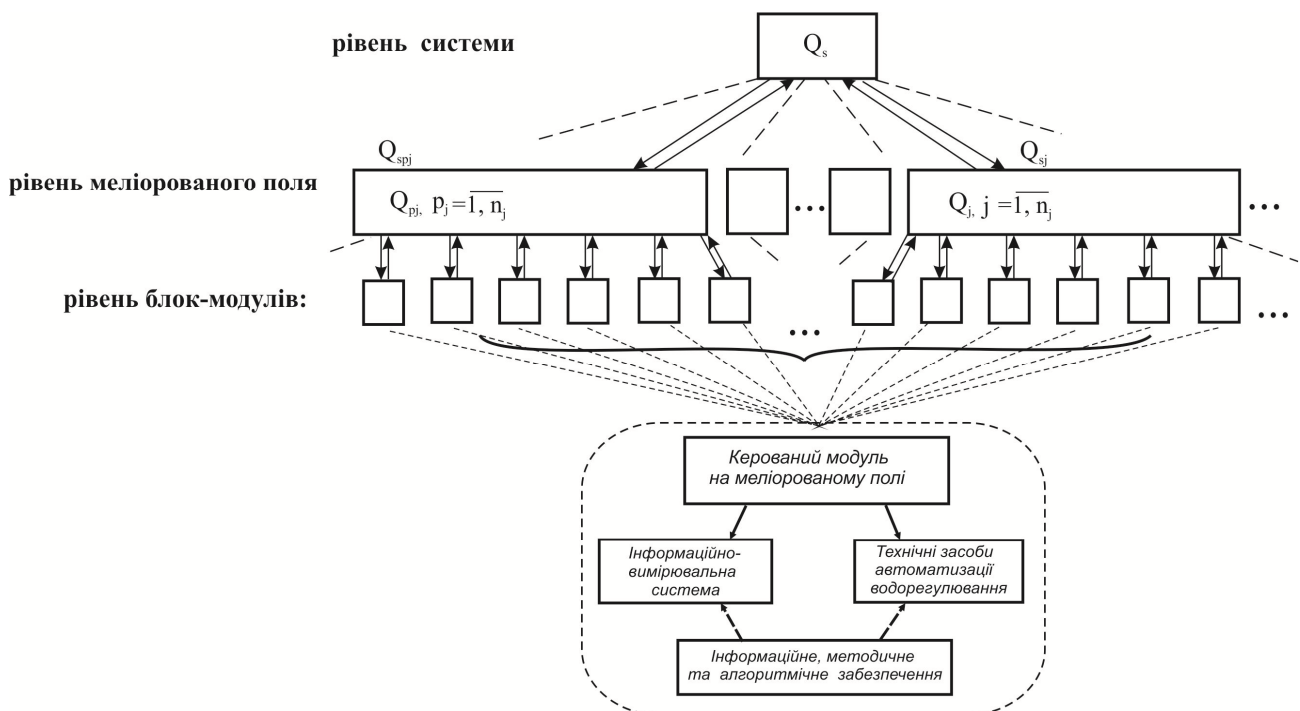


Рис. 5. Ієрархічна структура водорегулювання на ОЗС модульного типу

Водночас, модуль може також функціонувати і в структурі реалізації загальної АІСУ ОЗС.

Структура модуля, як об'єкта управління, представлена у вигляді послідовно з'єднаних ланок із розподіленими параметрами: системи транспортуючих каналів, колекторно-дренажної системи (зона ґрунтових вод) і міждренного простору (зони аерації ґрунту), рис. 6.

Внутрішнім контуром регулювання є контур регулювання рівня води у керуючому колодязі (об'єкт регулювання ОР1), а зовнішнім, задаючим – контур регулювання вологості ґрунту (об'єкт регулювання ОР2). Об'єкт регулювання представляє собою ділянку ґрунту з колекторно-дренажною системою: ОР1 – відображає колекторно-дренажну систему та насичену зону ґрунту і перетворює рівень води у колодязі (h_k) у напір у дренажній системі

(h_0), а напір – у РГВ (Hg) на модулі, вхідним сигналом для нього є разузгодження напору (Δh_0) в дренажній мережі та періодичне корегування значення уставки регулятора у колодязі для компенсації збурення від сумарного випаровування і опадів на основі вимірних даних та даних короткотермінового метеопрогнозу з Internet сайту. Відповідно до величини Δh_0 регулятори або подають воду в дренажну систему або відводять. ОР2 – представляє собою ненасичену зону ґрунту і перетворює РГВ на модулі у вологість (wh) кореневмісного шару ґрунту.

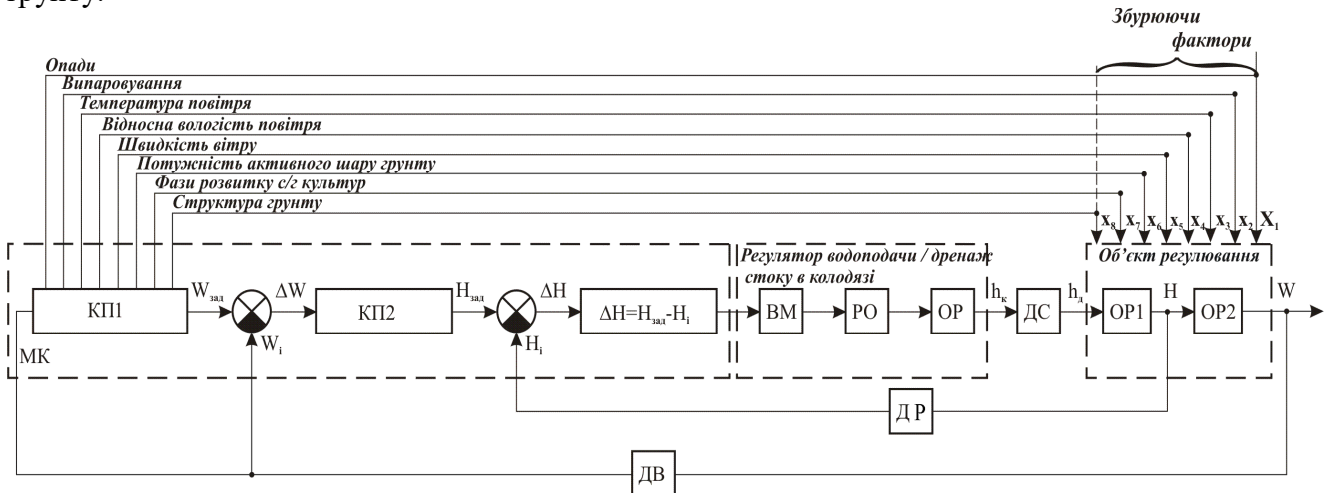


Рис. 6. Структурна схема керованого модуля:

МК – мікропроцесорний модуль; КП1 – керуючий пристрій, що оптимізує вимоги до водоповітряного режиму ґрунту с/г культури на модулі; КП2 – керуючий пристрій, що формує прогнозний рівень ґрунтових вод; ВМ – виконавчий механізм; РО – регулюючий орган; ОР – об’єкт регулювання; ДС – дренажна система; ОР1 – насичена зона ґрунту (РГВ); ОР2 – ненасичена зона (зона аерації); ДР – датчик рівня; ДВ – датчик вологості (тензіометри); $x_1 \dots x_n$ – збурюючі фактори; h_k – рівень води в колодязі; h_0 – напір води в дренажній системі; Hg – рівень води на міждренні; wh – вологість ґрунту

На основі інформації про РГВ, рівень води в колодязі та значення вологості, її напрямку і швидкості зміни на модулі формуємо сигнал на зміну уставки автоматичного гідрорегулятора з врахуванням завдання. При цьому параметри система отримує і розраховує в автоматичному режимі, за показами датчиків вологості ґрунту, рівня води, температури та відносної вологості повітря, кількості опадів, а також за даними метеопрогнозу. Момент часу корегування залежить від інерційності дренажної системи та об’єкта регулювання. Похибки розрахунків, що пов’язані з неточністю метеопрогнозу корегуються за вимірними значеннями технологічних параметрів.

Оскільки різні культури ставлять неоднакові вимоги до водного режиму ґрунту, які до того ж змінюються в процесі розвитку, тому необхідна інформація про фази розвитку рослин. Ідентифікація поточної фази розвитку культури здійснюється за методикою [0] з використанням розрахованої суми позитивних середньодобових температур повітря.

Залежно від міжфазного періоду в нормативно-довідковій інформації системи керування використовуються дані про величину кореневмісного шару ґрунту.

Регулятор рівня води у колодязі може працювати за певним законом керування. Його настройки визначаються під час моделювання роботи АСУ за параметрами якості перехідного процесу зміни рівня води в колодязі. Маючи перехідні характеристики об’єкта керування та дренажної мережі, можна визначити їх передаточні функції [0].

Для створення моделі об’єкта регулювання нами проведено дослідження регулюючої мережі на прикладі системи двостороннього регулювання Сарненської науково-дослідної

станції. При цьому отримані перехідні характеристики регулюючої мережі із чергуванням процесів зволоження та осушення.

Таким чином, рельєфна диференціація території та організація управління водорегулюванням на основі ОЗС модульного типу дає змогу зменшити розмах варіювання параметрів водорегулювання в середньому на 20...25% та підвищити врожайність багаторічних трав на 10...15%. Відповідна організація території ОЗС з розвиненим рельєфом місцевості шляхом її розбиття на рівні меліорованого поля на модулі призводить до значного збільшення кількості об'єктів управління, тому виникає необхідність автономного управління водорегулюванням на кожному модулі шляхом системного поєднання функцій отримання і обробки інформації, прийняття рішення та його реалізації, що можливе лише при автоматизованому управлінні.

1. Афанасик Г. И. Оперативное регулирование водного режима торфяных почв / Г. И. Афанасик, В. Н. Пятницкий, В. М. Гончарик, А. С. Судас // Конструкции и методы расчёта мелиоративных систем: Сб. научных трудов. – Мн. : БелНИИМиВХ, 1985. – С. 59–63.
2. Бочаров С. Ю. Автоматизация водорегулирующих комплексов / С. Ю. Бочаров. – Ровно. : Изд-во РГТУ, 2000. – 110 с.
3. Козловський Б. І. Меліоративний стан осушуваних земель західних областей України / Б. І. Козловський – Л. : Євросвіт, 2005. – 420 с.
4. Коптюк Р. М. Врахування умов формування рельєфу місцевості у проектах нового будівництва й реконструкції осушуваних систем / Р. М. Коптюк, А. М. Рокочинський // Зб. матеріалів міжнародної науково-практичної конференції "Водні ресурси України та меліорація земель", 22 березня, Україна – К. : ІВПіМ, 2013. – С. 162–163.
5. Лазарчук Н. А. Оптимизация расчета осушительных систем и управления ими: дис. ... д-ра. техн. наук : 06.01.02 / Лазарчук Николай Алексеевич. – Мн. : БелНИИМиВХ, 1992. – 277 с.
6. Матус С. К. Оцінка впливу рельєфних, кліматичних і технологічних факторів на умови формування водного режиму осушуваних земель / С. К. Матус // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2013. – Вип. 3(63). – С. 460–467.
7. Матус С. К. Вимірювання вологості та ідентифікація гідрофізичних функцій ґрунтів / С. К. Матус, В. Й. Пастушенко // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2015. – Вип. 1(69) – С. 302–310.
8. Матус С. К. Автоматизація управління водним режимом на осушувально-зволожувальних системах / С. К. Матус // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2015. – Вип. № 2. – С. 20–25.
9. Метеорологічне забезпечення інженерно-меліоративних розрахунків у проектах будівництва й реконструкції осушувальних систем. Посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди» (розділ 3. Осушувальні системи). – Київ, 2008. – 63 с.
10. Обґрунтування ефективної проектно-врожайності на осушуваних землях при будівництві й реконструкції меліоративних систем. Посібник до ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди» (розділ 3. Осушувальні системи). – Київ, 2006. – 50 с.
11. Пастушенко В. Й. Інформаційне забезпечення систем управління вологозабезпеченістю на осушувально-зволожувальних системах з підґрунтовим зволоженням / В. Й. Пастушенко, С. К. Матус, С. О. Терновцов // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2007. – Вип. 2(38). – С. 123–130.
12. Пастушенко В. Й. Технічна структура автоматизованих систем керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на осушувально-зволожувальних системах з підґрунтовим зволоженням / В. Й. Пастушенко, С. К. Матус, С. О. Терновцов // Вісник НУВГП: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2007. – Вип. 3(39). – С. 319–326.
13. Рекомендации по способам оперативного контроля водного режима почвы и принятию решений по его регулированию на мелиоративных системах / А. П. Лихацевич, А. П. Русецкий, Ф. В. Саплюк, Г. Ю. Левин. – Минск, 2007. – 28 с.
14. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах: Монографія / А. М. Рокочинський. За ред. академіка УААН Ромашенка М. І. – Рівне : НУВГП, 2010. – 351 с.
15. Тимчасові рекомендації з прогнозування оцінки водного режиму та технологій водорегулювання

осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А. М. Рокочинський, Н. А. Фроленкова, С. В. Шалай, П. І. Мендусь, В. О. Турченко, В. А. Волощук, О. І. Галік, В. А. Старук, В. Д. Дупляк, В. О. Михайлівський та ін. України. – Рівне : НУВГП, 2011. – 54 с.

Рецензент: д.т.н., професор Хлапук М. М. (НУВГП)

Matus S. K., Candidate of Engineering, Associate Professor, Rokochynskiy A. M., Doctor of Engineering, Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

IMPROVEMENT OF WATER CONTROL FOR AUTOMATED IRRIGATION AND DRAINAGE SYSTEMS

The method of territory organization of irrigation and drainage systems with relief territory differentiation by its division into modules was developed. The water control parameters by observable factors, different technologies and relief conditions have been sustained. The structure and functions of an autonomous controlled module consisting of information-measuring system and technical tools for water control.

Keywords: water control, irrigation and drainage system, controlled module.

Матус С. К., к.т.н., доцент, Рокочинский А. Н., д.т.н., профессор (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОРЕГУЛИРОВАНИЕ НА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В статье разработана методика организации территории осушительно-увлажнительной системы с развитым рельефом местности путем разбивки на модули. Обоснованы параметры водорегулирования за исследуемыми показателями, разными технологиями и вариантами рельефных условий. Разработано структуру и функции автономного управляемого модуля в составе информационно-измерительной системы и технических средств водорегулирования.

Ключевые слова: водорегулирование, осушительно-увлажнительная система, управляемый модуль.