



## ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 631.62;631

<https://doi.org/10.31713/vt120251>

**Волк П. П., д.т.н., професор, Волк Л. Р., к.т.н., доцент, Рокочинський А. М., д.т.н., професор, Ромащенко Є. В., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, p.p.volk@nuwm.edu.ua)**

### **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗНАЧЕННЯ МОДУЛЯ ДРЕНАЖНОГО СТОКУ З УРАХУВАННЯМ МНОЖИННИХ ЗМІННИХ УМОВ**

Проведено аналіз літературних джерел щодо різних методів та моделей з визначення та розрахунку модуля дренажного стоку, як визначального показника гідрологічної дії дренажу й дренажності ґрунту та території. Для обчислення розрахункового модуля дренажного стоку застосовують емпіричний, аналітичний, водно-балансовий методи або приймають його за рекомендаціями без достатнього економічного та екологічного обґрунтування, що не відповідає сучасним вимогам при створенні та функціонуванні такого роду об'єктів. Виконані нами дослідження за відповідним комплексом моделей щодо кліматичних умов місцевості, водного режиму, технологій водорегулювання (осушення) та продуктивності осушуваних земель для схематизованих метеорологічних режимів розрахункових щодо тепло й вологозабезпеченості років, природних, агротехнічних, агро меліоративних умов розташування ДС показали, що відбувається значна зміна в часі та просторі динаміки поточних та середньозважених, середньодекадних значень модулів дренажного стоку при різних погодно-кліматичних умовах, вирощуванні різних сільськогосподарських культур на різних ґрунтах зони Західного Полісся України. При цьому його величина як щодо виділених основних факторів, так і по ДС в цілому значно відрізняється від традиційно прийнятих розрахункових його значень, що визначає необхідність врахування цього при розробці проєктів реконструкції, будівництва та експлуатації такого роду об'єктів.

**Ключові слова:** модуль дренажного стоку; оцінювання; гідрологічна дія; дренаж.

**Актуальність напрямку дослідження.** Сучасний етап розвитку аграрного виробництва, зокрема, на землях із регульованим водним режимом, характеризується комплексом невирішених завдань, що пов'язані, перш за все, з практичною відсутністю достатніх методів обґрунтування загальної еколого-економічної доцільності реалізації меліоративних заходів з урахуванням змін клімату на різних рівнях ухвалення рішень у часі.

Тому, необхідно змінювати підходи до створення й функціонування дренажних систем (ДС) шляхом удосконалення технологій водорегулювання, відповідно типів, конструкції й параметрів ДС та їх технічних елементів при роботі в режимі осушення або підґрунтового зволоження, що адаптовані до означених змін, удосконалювати методи й методики з обґрунтування їх розрахункових параметрів [1; 2].

Вартість будівництва та ефективність експлуатації ДС залежить від надійності розрахунку гідрологічних характеристик, та частково від стоку, що формується на осушуваній території. Відповідно дренажний стік є похідною стоку, який формується на території, що осушується, та одним із трьох основних показників гідрологічної дії дренажу і другим за значенням витратним елементом водного балансу дренажних ґрунтів, який безпосередньо, або опосередковано входить у розрахункові залежності міждренних відстаней через норму осушення, коефіцієнт фільтрації та час відведення надлишкового шару води.

При цьому, найважливіші параметрами дренажу, як головного регулюючого елемента ДС в цілому, залежать від багатоваріантних чинників гідрологічних умов та безпосередньо формуються кліматичними, ґрунтовими та рельєфними умовами дренажної території.

**Аналіз літературних даних.** Традиційно конструкції та параметри регулюючих елементів ДС визначаються за розрахунковим модулем дренажного стоку (витратою або рівнем води), який забезпечує необхідні умови відведення зайвої вологи з активного шару ґрунту та осушеного масиву в цілому у весняний період (як основний розрахунковий) і відповідає певному рівню розрахункової забезпеченості формування гідрографа стоку.

Для обґрунтування величини розрахункового модуля дренажного стоку найчастіше застосовують **емпіричний, аналітичний, водно-балансовий** методи або приймають його за рекомендаціями без достатнього економічного та екологічного обґрунтування, що не



відповідає сучасним вимогам при створенні та функціонуванні такого роду об'єктів [3].

Розрахунковий модуль дренажного стоку, розміщений в діючих нормативах більшості країн Західної Європи, США, Японії та інших, визначений аналітичним методом на основі широкого застосування емпіричних відповідних моделей. Вищевказаного принципу дотримувались також в країнах колишніх СРСР та СНД. В країнах західної Європи він приймається в межах 0,8–4,0 л/с·га, причому більші значення 2–4 л/с·га характерні для передгірних та гірських провінцій з річною нормою опадів більше 1000 мм.

За стандартом Німеччини модулі стоку для гідравлічного розрахунку діаметра колекторів і відстані між дренами, розраховані за середньорічними опадами, приймаються в межах 0,8...2,0 л/с·га. Серед європейських країн найбільші розрахункові модулі стоку приймаються в Швеції – 7 л/с·га.

В нормативах США розрахунковий модуль дренажного стоку залежно від типу ґрунту, сівозміни та умов притоку поверхневих вод приймає також в межах 0,8–4,0 л/с·га. В Японії за основу прийняті нормативи Німеччини, перераховані на середні річні опади 1000–2800 мм, тобто 2,0–5,0 л/с·га.

Для північно-західних регіонів колишнього СРСР допускалась робота дренажу повним перерізом лише впродовж 2 діб, що відповідає 0,5% забезпеченості середніх добових модулів. Виходячи з цього, рекомендуються такі модулі дренажного стоку щодо відповідності цій розрахунковій забезпеченості:– при відстані між дренами  $B=10$  м,  $q_0 = 0,82$  л/с·га;  $B=14$  м,  $q_0 = 0,68$  л/с·га;  $B=20$  м,  $q_0 = 0,48$  л/с·га. Розрахунковий відсоток забезпеченості при цьому вибраний суб'єктивно, без достатніх економічних, та тим паче, екологічних обґрунтувань. Сам модуль, отриманий таким чином, має виражений регіональний характер.

Прийнято в умовах України розрахункове значення модуля дренажного стоку за Янголем А.М. [6], було рекомендовано враховувати вплив випаровування на кількість вологи, що інфільтрує до рівня ґрунтових вод, відстань між дренами, водопроникність ґрунту за відповідними коефіцієнтами та такою емпіричною формулою

$$q_x = q_0 \cdot k_p \cdot k_b \cdot k_n , \quad (1)$$

де  $q_x$  – розрахунковий модуль дренажного стоку;  $q_0$  – модуль стоку з угіддя залежно від профілю його використання, наприклад, під рілля

і весняні пасовища – 0,61 л/с/га; під сінокоси і літні пасовища – 0,52 л/с/га; під сади – 0,70 л/с/га і т.п.;  $k_p$  – коефіцієнт, який залежить від річної норми опадів;  $k_b$  – коефіцієнт, який залежить від відстані між дренами;  $k_n$  – коефіцієнт, який залежить від водопроникності ґрунту.

У свою чергу, аналіз даного методу показує, що залежно від ґрунтово-кліматичних умов розрахунковий модуль дренажного стоку приймається у розрахунках дренажу в межах 0,4–0,9 л/с-га, зменшуючись до 0,3–0,6 л/с-га для півдня України та зростаючи до 0,7–0,9 л/с-га для півночі і районів з середніми річними опадами 700–800 мм.

В зв'язку з більш інтенсивним сільськогосподарським використанням осушуваних земель та широким застосуванням агротехнічних заходів з переведення значної частини поверхневого стоку в дренажний в кінці 70–80-х років намітилась тенденція збільшення значення розрахункових модулів дренажного стоку. Аналогічно і в діючих нормативах Латвії значення модуля дренажного збільшувалось до 0,7–0,8 л/с-га.

Недоліком емпіричного методу визначення розрахункового модуля дренажного стоку є наближений характер встановлення поправок, що враховують особливості природних умов об'єкта осушення та неможливість розглянути весь спектр змінних погодно-кліматичних умов й відповідно можливих розрахункових модулів дренажного стоку.

При натурному визначенні розрахункового модуля дренажного стоку Внаслідок значної стохастичності властивості ґрунтів та умов їх зволоженості для обчислень емпіричних значень розрахункового модуля дренажного стоку необхідні тривалі спостереження за водним режимом осушуваних земель, в тому числі і за дренажним стоком.

За аналогією з гідрологічними спостереженнями за річковим стоком, який формується під дією аналогічних природних факторів для визначення дренажного стоку 5–20% забезпеченості з точністю не нижче 20–25%, необхідні спостереження впродовж 15–20 років. Такі тривалі спостереження надто трудоємні й потребують значних фінансових затрат. Крім того, при розгортанні робіт по меліорації маловивчених у меліоративному відношенні крупних територій з відмінними від вивчених регіонів умовами зазвичай немає часу та коштів на організацію таких тривалих спостережень.



У зв'язку з цим, більшу перевагу має аналітичний метод визначення модуля дренажного стоку, який базується на визначенні кількості води, що відводиться за певний час. Цей принцип був покладений в основу Сілезької інструкції 1957 р. Тому найбільш обґрунтованим було визнано водно-балансовий метод оцінювання розрахункового модуля дренажного стоку, який прирівнюється до середньої добової інтенсивності (розрахункової забезпеченості) інфільтраційного притоку води до осушувачів [4; 5].

При цьому середньодобовий притік води до дрен за розрахунковий період в усіх відомих формулах має елемент суб'єктивізму. Останній полягає у визначенні висоти шару ґрунту, з якого за розрахунковий період повинна бути відведена вода. Прийнято вважати, що вода відводиться з шару від поверхні ґрунту до норми осушення, хоча такого положення при наявності інших елементів осушувальної мережі, наприклад, відкритих каналів, може і не спостерігатися. З іншого боку, в окремі роки останнє можливо, але часткові втрати врожаю можуть бути екологічно виправдані меншими капітальними затратами на будівництво ДС. Крім того, шар води, що залишився на поверхні після сходу талих вод, танення снігу або сильних опадів, приймається нормативно. Не враховується також і те положення, що максимальний стік, а відповідно, і мінімальні глибини ґрунтових вод можуть спостерігатися значно раніше посівного стоку, і що при цьому ДС навіть із зниженим ступенем дренажу може забезпечити необхідну норму осушення. Також дуже наближено, без достатніх на це причин, приймається і час, за який повинен бути відведений необхідний шар води. Недоліком також є наближений характер оцінювання імовірності інтенсивності опадів та випаровування, відсутність узгодженості розрахункових забезпеченостей, що складають воднобалансове рівняння. Розглянуті методи з визначення розрахункових значень модулів дренажного стоку були орієнтовані тільки на технологічну ефективність осушення при роботі дренажу, що не відповідає сучасним екологічним та економічним вимогам.

Тому, виникає необхідність у подальшому удосконаленні методів та методик з обґрунтування розрахункових параметрів модулів дренажного стоку у змінних кліматичних та агрометеорологічних умовах, які визначально впливають на дренажність території, яку обслуговує ДС.

**Результати досліджень.** Проведені нами дослідження на основі прогнозно-імітаційного моделювання за відповідним комплексом

моделей щодо кліматичних умов місцевості, водного режиму, технологій водорегулювання (осушення) та продуктивності осушуваних земель для схематизованих метеорологічних режимів розрахункових щодо тепло й вологозабезпеченості років, природних, агротехнічних, агроеліоративних умов розташування ДС показали, що відбувається значна зміна в часі та просторі динаміки поточних та середньозважених, середньодекадних значень модулів дренажного стоку при різних погодно-кліматичних умовах, вирощуванні різних сільськогосподарських культур на різних ґрунтах зони Західного Полісся України [4].

Було визначено, мінливості усереднених середньодекадних значень модулів дренажного стоку за змінними погодно-кліматичними, ґрунтовими, агроеліоративними умовами та по системі в цілому в зоні Західного Полісся України подані в табл. 1.

Таблиця 1

Усереднені значення модулів дренажного стоку, які формуються в період роботи ДС змінними погодно-кліматичними, ґрунтовими та агроеліоративними умовами зони Західного Полісся України

Культура	Частка культури в сівозміні	Розрахункові роки за забезпеченістю, р, %					Середньозважені значення л/с-га
		10	30	50	70	90	
Середньодекадні модулі дренажного стоку, л/с-га							
Мінеральні ґрунти							
Озимі зернові	0,2	<u>0,62-0,17</u> 0,41	<u>0,52-0,18</u> 0,32	<u>0,46-0,02</u> 0,16	<u>0,45-0</u> 0,11	<u>0,40-0</u> 0,06	<b>0,41-0,03</b> <b>0,21</b>
Картопля	0,3	<u>0,57-0,09</u> 0,38	<u>0,52-0,02</u> 0,28	<u>0,46-0,02</u> 0,11	<u>0,45-0</u> 0,10	<u>0,40-0</u> 0,06	<b>0,41-0,01</b> <b>0,19</b>
Багаторічні трави	0,5	<u>0,59-0,08</u> 0,51	<u>0,53-0,06</u> 0,35	<u>0,47-0,02</u> 0,12	<u>0,44-0</u> 0,10	<u>0,41-0</u> 0,06	<b>0,42-0,01</b> <b>0,23</b>
По системі в цілому	<b>1,0</b>	<b><u>0,59-0,10</u></b> <b>0,45</b>	<b><u>0,52-0,06</u></b> <b>0,32</b>	<b><u>0,47-0,02</u></b> <b>0,12</b>	<b><u>0,44-0</u></b> <b>0,10</b>	<b><u>0,41-0</u></b> <b>0,06</b>	<b><u>0,48-0,03</u></b> <b>0,21</b>
Торфові ґрунти							
Озимі зернові	0,2	<u>0,96-0,17</u> 0,46	<u>0,86-0,18</u> 0,39	<u>0,81-0,02</u> 0,25	<u>0,75-0</u> 0,18	<u>0,74-0</u> 0,11	<b>0,82-0,07</b> <b>0,28</b>
Картопля	0,3	<u>0,92-0,09</u> 0,43	<u>0,86-0,02</u> 0,35	<u>0,84-0</u> 0,20	<u>0,81-0</u> 0,18	<u>0,74-0</u> 0,12	<b>0,83-0,02</b> <b>0,26</b>
Багаторічні трави	0,5	<u>0,93-0,08</u> 0,56	<u>0,86-0,06</u> 0,42	<u>0,84-0</u> 0,20	<u>0,81-0</u> 0,18	<u>0,74-0</u> 0,12	<b>0,84-0,03</b> <b>0,30</b>
По системі в цілому	<b>1,0</b>	<b><u>0,94-0,10</u></b> <b>0,50</b>	<b><u>0,86-0,07</u></b> <b>0,39</b>	<b><u>0,83-0,05</u></b> <b>0,21</b>	<b><u>0,80-0</u></b> <b>0,19</b>	<b><u>0,74-0</u></b> <b>0,12</b>	<b><u>0,83-0,03</u></b> <b>0,28</b>

Примітка: 0,62-0,17 – максимальні та мінімальні значення модулів дренажного стоку;  
0,41 – середньозважені значення модулів дренажного стоку.

Отримані результати свідчать, що значення модулів дренажного стоку, як по виділених основних факторах так і по системі в цілому значно (більш ніж в кілька разів) відрізняються, перш за все, як від їх максимальних поточних 0,41–0,94 л/с-га, так і середньовеgetаційних значень від 0,10–0,50 л/с-га, що істотно не відповідають



рекомендованим розрахунковим їх значенням [3; 4].

За статистично опрацьованими результатами імітаційного моделювання було побудовано криві забезпеченості для усереднених максимальних середньодекадних значень модулів дренажного стоку на початку польових робіт [4].

Таким чином, отримані результати проведених досліджень переконливо свідчать, що як поточні, так і осереднені значення модуля дренажного стоку в досліджуваних умовах мають виражений змінний характер щодо кліматичних умов, виду вирощуваних культур та виду ґрунту. При цьому його величина як щодо виділених основних факторів, так і по ДС в цілому значно відрізняється від традиційно прийнятих розрахункових його значень, що визначає необхідність врахування цього при розробці проєктів реконструкції, будівництва та експлуатації такого роду об'єктів.

Крім того, як поточні максимальні, так і осереднені значення модулів дренажного стоку значно відрізняються (більш ніж в кілька разів) від рекомендованих розрахункових проєктних їх значень, що визначає необхідність удосконалення існуючих методів і підходів до обґрунтування їх оптимальних розрахункових величин у проєктах ДС відповідно до сучасних умов та вимог.

Оптимальні розрахункові значення модулів дренажного стоку з урахуванням сучасних економічних та екологічних підходів при розробці проєктів ДС можуть бути визначені за розробленим нами оптимізаційним методом на основі реалізації імітаційного й оптимізаційного моделювання за відповідним комплексом моделей, методичним та інформаційним забезпеченням з їх реалізації [4; 5].

У разі відсутності такої можливості означене завдання може бути вирішене за удосконаленим нами традиційним підходом відповідно до заданої розрахункової забезпеченості з урахуванням визначених особливостей їх формування в діапазоні можливих змін множинних природно-агромеліоративних умов реального об'єкта, суть якого полягає у наступному.

Виходячи із загальної постановки задачі, за аналогією та в розвиток до підходів, що розроблені А.М. Янголем [6], розрахункові значення модуля дренажного стоку при розгляді об'ємної задачі руху води в межах осушеного масиву, на відміну від традиційних підходів до їх визначень, повинні враховувати множинні змінні природо-агромеліоративні умови реального об'єкта (кліматичні, рельєфні, гідрогеологічні, агромеліоративні, агротехнічні, технологічні, технічні, економічні та екологічні): щодо змінюваних

ґрунтово-меліоративних умов на об'єкті  $\{g\} g = \overline{1, n_g}$  (рельєф, ґрунти, їх водно-фізичні властивості, залягання до водоупору тощо);  $\{k\} k = \overline{1, n_k}$  вирощувані сільськогосподарські культури проєктної сівозміни сукупності з відповідним можливим рівнем економічної та екологічної ефективності роботи ДС та її технічних елементів сукупності  $\{r\} r = \overline{1, n_r}$  ( $r = 1$  – екологічний,  $r = 2$  – технологічний,  $r = 3$  – економічний) та рівнями їх продуктивності (рентабельності та цінності) сукупності  $\{U\} U = \overline{1, n_U}$  ( $U_k^{(1)}$  – низький,  $U_k^{(2)}$  – середній,  $U_k^{(3)}$  – високий).

Вони можуть бути визначені як

$$q = q_0 \cdot k_{kr} \cdot k_p \cdot k_m, \quad (2)$$

де  $q_0$  – базове розрахункове значення модуля дренажного стоку за наявними зональними умовами формування стоку по території України з урахуванням визначених ґрунтово-меліоративних умов,  $л/с \cdot га$  [1; 7];  $k_{kr}$  – коефіцієнт, який враховує різні рівні ефективності роботи ДС щодо різних рівнів продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур [1; 2];  $k_p$  – коефіцієнт, який враховує тепло- і вологозабезпеченість розрахункових періодів вегетації сукупності  $\{p\}, p = \overline{1, n_p}$   $л/с \cdot га$  ;  $k_m$  – показник меліоративної ефективності, який залежить від ступеня розвиненості рельєфу за ухилами та перепадами поверхні землі [8; 9; 10].

При реалізації формули (2) за відповідним комплексом прогнозно-імітаційних моделей [8; 9; 10] було обґрунтовано розрахункові параметри модуля дренажного стоку за такими типовими та осередненими умовами зони Західного Полісся України:

- кліматичними умовами як розрахунковими за умовами тепло- й вологозабезпеченості періоди вегетації сукупності  $\{p\}, p = \overline{1, n_p}$  (дуже вологі ( $p=10\%$ ), вологі ( $p=30\%$ ), середні ( $p=50\%$ ));

- для двох основних найбільш поширених видів ґрунту – дерново-глеєві супіщані ( $k_{\phi} = 0,8 м / добу$ ) та торфові ( $k_{\phi} = 0,4 м / добу$ );

- найбільш поширених вирощуваних сільськогосподарських культур проєктної сівозміни – озима пшениця, частка культури в сівозміні 0,2; картопля 0,3; багаторічні трави 0,5; осушення як способу водорегулювання.



Узагальнені результати з обґрунтування розрахункових параметрів модулів дренажного стоку за множинними змінними погодно-кліматичними, ґрунтовими, агроеліоративними умовами зони Західного Полісся України подані в таблиці 2.

Таблиця 2

Узагальнені результати визначених розрахункових параметрів модулів дренажного стоку щодо досліджуваних множинних змінних природо-агроеліоративних умов

<i>Дерново-глеєві супіщани</i>									
Р, %	<i>Озимі зернові</i>			<i>Картопля</i>			<i>Багаторічні трави</i>		
	<i>Низький рівень продуктивності</i>								
	<i>Ступінь розвиненості рельєфу</i>								
	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>
10	0,611	0,509	0,407	0,501	0,417	0,334	0,505	0,421	0,337
20	0,565	0,471	0,377	0,477	0,398	0,318	0,482	0,402	0,322
30	0,520	0,433	0,346	0,454	0,379	0,303	0,459	0,383	0,306
40	0,493	0,411	0,329	0,431	0,359	0,287	0,435	0,363	0,290
50	0,488	0,407	0,325	0,421	0,351	0,281	0,422	0,351	0,281
<i>Середній рівень продуктивності</i>									
<i>Ступінь розвиненості рельєфу</i>									
Р, %	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>
10	0,743	0,619	0,495	0,626	0,521	0,417	0,631	0,526	0,421
20	0,687	0,573	0,458	0,597	0,497	0,398	0,603	0,502	0,402
30	0,632	0,527	0,421	0,568	0,473	0,379	0,574	0,479	0,383
40	0,600	0,500	0,400	0,539	0,449	0,359	0,544	0,454	0,363
50	0,594	0,495	0,396	0,526	0,439	0,351	0,527	0,439	0,351
<i>Високий рівень продуктивності</i>									
<i>Ступінь розвиненості рельєфу</i>									
Р, %	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>
10	1,089	0,908	0,726	0,954	0,795	0,636	0,963	0,802	0,642
20	1,008	0,840	0,672	0,910	0,759	0,607	0,919	0,766	0,613
30	0,927	0,772	0,618	0,866	0,722	0,577	0,876	0,730	0,584
40	0,880	0,733	0,586	0,822	0,685	0,548	0,830	0,692	0,553
50	0,870	0,725	0,580	0,802	0,669	0,535	0,804	0,670	0,536
<i>Торфові ґрунти</i>									
Р, %	<i>Озимі зернові</i>			<i>Картопля</i>			<i>Багаторічні трави</i>		
	<i>Низький рівень продуктивності</i>								
	<i>Ступінь розвиненості рельєфу</i>								
	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>
10	0,514	0,428	0,343	0,514	0,428	0,343	0,514	0,428	0,343
20	0,487	0,406	0,325	0,487	0,406	0,325	0,487	0,406	0,325
30	0,461	0,384	0,307	0,461	0,384	0,307	0,461	0,384	0,307
40	0,445	0,371	0,297	0,445	0,371	0,297	0,445	0,371	0,297
50	0,430	0,358	0,287	0,430	0,358	0,287	0,430	0,358	0,287
<i>Середній рівень продуктивності</i>									
<i>Ступінь розвиненості рельєфу</i>									
Р, %	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>	<i>Слабо розвинений</i>	<i>Середньо розвинений</i>	<i>Сильно розвинений</i>
10	0,642	0,535	0,428	0,542	0,452	0,361	0,513	0,427	0,342
20	0,609	0,508	0,406	0,525	0,438	0,350	0,493	0,411	0,329
30	0,576	0,480	0,384	0,508	0,423	0,339	0,474	0,395	0,316
40	0,557	0,464	0,371	0,501	0,418	0,334	0,468	0,390	0,312
50	0,537	0,448	0,358	0,495	0,412	0,330	0,461	0,384	0,308

продовження табл. 2

Високий рівень продуктивності									
Ступінь розвиненості рельєфу									
P, %	Слабо розвинений	Середньо розвинений	Сильно розвинений	Слабо розвинений	Середньо розвинений	Сильно розвинений	Слабо розвинений	Середньо розвинений	Сильно розвинений
10	0,936	0,780	0,624	0,822	0,685	0,548	0,795	0,663	0,530
20	0,887	0,740	0,592	0,796	0,663	0,531	0,765	0,638	0,510
30	0,839	0,699	0,559	0,770	0,642	0,514	0,735	0,613	0,490
40	0,811	0,676	0,541	0,760	0,633	0,507	0,726	0,605	0,484
50	0,783	0,653	0,522	0,750	0,625	0,500	0,716	0,597	0,477

**Висновки.** Наведені результати проведених досліджень переконливо свідчать, що розрахункові значення модуля дренажного стоку в досліджуваних умовах мають виражений змінний характер щодо кліматичних умов, виду вирощуваних культур, виду ґрунту та рельєфу осушуваного масиву. При цьому його величина як щодо виділених основних факторів, так і по ДС в цілому значно відрізняється від традиційно прийнятих розрахункових його значень, що визначає необхідність врахування цього при розробці проєктів реконструкції, будівництва та експлуатації такого роду об'єктів за розглянутим запропонованим підходом.

1. Підвищення ресурсного потенціалу Українського Полісся : монографія / за ред. д.т.н., проф., акад. НААН В. А. Сташука, д.с.-г.н., проф. В. С. Мошинського, д.т.н., проф. А. М. Рокочинського, д.т.н., проф. П. П. Волка та ін. Рівне : НУВГП, 2024. 792 с. ISBN: 978-966-327-597-0 2. Rokochinskiy A., Kuzmych L., Volk P. (Eds.) Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone. IGI Global, 2023. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8248-3> 3. Rokochinskiy A., Shevchenko O., Volk P., Turchenyuk V., Volk L. Hydrogeological action of drainage and drainage systems of Polissia zone in changing climatic conditions. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. 2020. Vol. 4(91). Pp. 74–84. ISSN 1728-2713. URL: [http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/archive/2020/N4\(91\)/Rokochinskiy.pdf](http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/archive/2020/N4(91)/Rokochinskiy.pdf) (дата звернення: 10.02.2025). 4. Науково-методичні рекомендації щодо створення та функціонування дренажних систем у змінних сучасних умовах. Рівне : НУВГП, 2021. 114 с. 5. Rokochinskiy A., Volk P., Tokar L., Shevchenko O., Turchenyuk V., Volk L. Drainage module – an important indicator of the hydrological effect of the drainage. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. 2021. Vol. 1(92). Pp. 93–102. ISSN 1728-2713. URL: [http://geolvisnyk.univ.kiev.ua/en/archive/2021/N1\(92\)/Rokochinskiy\\_response\\_page.php](http://geolvisnyk.univ.kiev.ua/en/archive/2021/N1(92)/Rokochinskiy_response_page.php) (дата звернення: 10.02.2025). 6. Янголь А. М. Двустороннее регулирование влажности при осушении. М. : Колос, 1970. 135 с. 7. 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, П. П. Волк та ін. Рівне, 2013. 34 с. **8.** 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. Волощук та ін. Рівне, 2008. 64 с. **9.** 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, О. Ю. Тимейчук, В. М. Бежук, Л. М. Паллу, Р. М. Коптюк, Я. Я. Зубик, Є. І. Волк, С. П. Мендусь, С. Ю. Громаченко, Л. В. Зубик та ін. Рівне, 2010. 52 с. **10.** Тимчасові рекомендації з прогнозої 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, О. Ю. Тимейчук, В. М. Бежук, Л. М. Паллу, Р. М. Коптюк, Я. Я. Зубик, Є. І. Покладньов, Т. В. Савчук, П. П. Волк та ін. Рівне, 2011. 54 с.

## REFERENCES:

1. Pidvyshchennia resursnoho potentsialu Ukrainського Polissia : monohrafiia / za red. d.t.n., prof., akad. NAAN V. A. Stashuka, d.s.-h.n., prof. V. S. Moshynskoho, d.t.n., prof. A. M. Rokochynskoho, d.t.n., prof. P. P. Volka ta in. Rivne : NUVHP, 2024. 792 s. ISBN: 978-966-327-597-0
2. Rokochinskiy A., Kuzmych L., Volk P. (Eds.) Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone. IGI Global, 2023. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8248-3>.
3. Rokochinskiy A., Shevchenko O., Volk P., Turchenyuk V., Volk L. Hydrogeological action of drainage and drainage systems of Polissia zone in changing climatic conditions. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. 2020. Vol. 4(91). Pp. 74–84. ISSN 1728-2713. URL: [http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/archive/2020/N4\(91\)/Rokochinskiy.pdf](http://www.geolvisnyk.univ.kiev.ua/archive/2020/N4(91)/Rokochinskiy.pdf) (data zvernennia: 10.02.2025).
4. Naukovo-metodychni rekomendatsii shchodo stvorennia ta funktsionuvannia drenaznykh system u zminnykh suchasnykh umovakh. Rivne : NUVHP, 2021. 114 с.
5. Rokochinskiy A., Volk P., Tokar L., Shevchenko O., Turchenyuk V., Volk L. Drainage module – an important indicator of the hydrological effect of the drainage. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. 2021. Vol. 1(92). Pp. 93–102. ISSN 1728-2713. URL: [http://geolvisnyk.univ.kiev.ua/en/archive/2021/N1\(92\)/Rokochinskiy\\_response\\_page.php](http://geolvisnyk.univ.kiev.ua/en/archive/2021/N1(92)/Rokochinskiy_response_page.php) (data zvernennia: 10.02.2025).
6. Yanhol A. M. Dvustoronnee rehulyrovanye vlazhnosti pry osushenyu. M. : Kolos, 1970. 135 s.
7. Naukovo-metodychni rekomendatsii do obgruntuvannia optymalnykh parametriv

silskohospodarskoho drenazhu na osushuvanykh zemliakh za ekonomichnymy ta ekolohichnymy vymohamy / A. M. Rokochynskiy, A. V. Cherenkov, V. H. Muranov, O. Yu. Tymeichuk, P. I. Mendus, P. P. Volk ta in. Rivne, 2013. 34 s. **8.** Posibnyk do DBN V.2.4-1-99 «Melioratyvni systemy ta sporudy» (Rozdil 3. Osushuvalni systemy). Meteorolohichne zabezpechennia inzhenerno-melioratyvnykh rozrakhunkiv u proektakh budivnytstva y rekonstruktsii osushuvalnykh system / A. M. Rokochynskiy, O. I. Halik, V. A. Stashuk, N. A. Frolenkova, V. A. Voloshchuk ta in. Rivne, 2008. 64 s. **9.** Tymchasovi rekomendatsii z optymizatsii vodrehuliuвання osushuvanykh zemel u proektakh budivnytstva y rekonstruktsii vodohospodarsko-melioratyvnykh ob'ektiv / A. M. Rokochynskiy, V. A. Stashuk, V. D. Dupliak, N. A. Frolenkova, O. Yu. Tymeichuk, V. M. Bezhuk, L. M. Pallu, R. M. Koptiuk, Ya. Ya. Zubyk, Ye. I. Volk, S. P. Mendus, S. Yu. Hromachenko, L. V. Zubyk ta in. Rivne, 2010. 52 s. **10.** Tymchasovi rekomendatsii z prohnznoi otsinky vodnoho rezhymu ta tekhnolohii vodrehuliuвання osushuvanykh zemel u proektakh budivnytstva y rekonstruktsii melioratyvnykh system / A. M. Rokochynskiy, V. A. Stashuk, V. D. Dupliak, N. A. Frolenkova, O. Yu. Tymeichuk, V. M. Bezhuk, L. M. Pallu, R. M. Koptiuk, Ya. Ya. Zubyk, Ye. I. Pokladnov, T. V. Savchuk, P. P. Volk ta in. Rivne, 2011. 54 s.

---

**Volk P. P., Doctor of Engineering, Professor, Rokochynskiy A. M., Doctor of Engineering, Professor, Volk L. R., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Romashchenko Ye. V., Post-graduate Student** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

### **IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR DETERMINING THE CALCULATED VALUE OF THE DRAINAGE FLOW MODULE TAKING INTO ACCOUNT MULTIPLE VARIABLE CONDITIONS**

**An analysis of scientific literature regarding various methods and models for determining and calculating the drainage module, as a key indicator of the hydrological impact of drainage and the drainage status of soil and territory, has been conducted. Empirical, analytical, and water balance methods are used to calculate the drainage module, or its value is based on recommendations without sufficient economic and ecological justification. This does not meet modern requirements for creating and operating such facilities. The research conducted by us using the corresponding set of models for the climatic conditions of the region, water regime, water management technologies (drainage), and the productivity of drained lands for the schematized**



**meteorological regimes calculated for heat and moisture supply years, as well as the natural, agrotechnical, and agro-meliorative conditions of the location of drainage systems, showed that there is a significant change over time and space in the dynamics of both current and weighted average, ten-day values of drainage runoff modules under different weather-climatic conditions, cultivation of various agricultural crops on different soils in the Western Polissia region of Ukraine. Furthermore, its value, both in relation to the identified main factors and for the drainage system as a whole, differs significantly from the traditionally accepted calculated values, highlighting the need to take this into account when developing projects for the reconstruction, construction, and operation of such facilities.**

***Keywords:* drainage module; assessment; hydrological impact; drainage.**