

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

**ЗАПОРОЖЧЕНКО Вікторія Юріївна**

УДК 633.31: 631.671

**РОЗРОБКА ВОДОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ  
ЛЮЦЕРНИ В СТЕПОВІЙ ТА ЛІСОСТЕПОВІЙ  
ЗОНІ УКРАЇНИ**

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Херсон – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Дніпропетровському державному аграрно-економічному університеті Міністерства освіти і науки України

**Наукові керівники:** доктор сільськогосподарських наук, професор,  
Заслужений працівник народної освіти України  
**ЛИТОВЧЕНКО Олексій Федорович**,  
доктор географічних наук, професор

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**ТКАЧУК Андрій Васильович**,  
Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, декан факультету водогосподарської інженерії та екології

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**МОРОЗОВ Олексій Володимирович**,  
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», професор кафедри землеустрою, геодезії та кадастру

кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**БІЛЯЄВА Ірина Миколаївна**,  
Інститут зрошуваного землеробства НААН,  
завідувач відділу науково-інноваційної діяльності,  
трансферу технологій та інтелектуальної власності

Захист відбудеться « 28 » \_\_ грудня \_\_ 2017 року о 12<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за адресою: 73006 Херсон, вул. Стрітенська, 23, ауд. 104.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за адресою: 73006 Херсон, вул. Стрітенська, 23, головний корпус.

Автореферат розісланий « 28 » \_\_ листопада \_\_ 2017 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук, доцент \_\_\_\_\_ А.В. Шепель

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сталий розвиток зрошення в Україні, як важливої складової продовольчого та ресурсного забезпечення держави, вимагає раціонального та ефективного використання водних ресурсів і, одночасно, забезпечення екологічно збалансованого розвитку меліорованих територій. Основними умовами ефективності використання штучного зволоження є оптимізація і нормування витрат поливної води.

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур з використанням зрошення, високих доз мінеральних добрив і пестицидів мають негативний екологічний тиск на ґрунти і довкілля, що потребує включення в зрошувані сівозміни культур з позитивними еколого-меліоративними характеристиками, в першу чергу – люцерни. Ця культура маючи властивості до фіксування азоту з атмосфери накопичує до 250-300 кг/га високоцінного біологічного азоту, що має величезне значення для підвищення родючості ґрунтів у всіх зонах України і особливо в умовах зрошення. При включенні люцерни в польових та кормові зрошувані сівозміни, поряд із забезпеченням тваринницької галузі високобілковими кормами, також спостерігається підвищення родючості ґрунтів, зростання економічних показників та зниження ресурсних витрат на одиницю посівної площі.

Виходячи з екологічних, економічних та соціальних умов одна з основних задач при вирощуванні люцерни полягає у тому, щоб використовувати кожен кубічний метр поливної води з максимальною ефективністю. Проте, через завищені поливні норми при вирощуванні досліджуваної культури, зрошення часто супроводжується такими негативними процесами, як підйом рівня ґрунтових вод, засолення, зниження родючості ґрунту, водна ерозія тощо. Тому важливе наукове та практичне значення для подальшого розвитку сільськогосподарського виробництва має розробка комплексу заходів з раціонального використання поливної води, сільськогосподарської техніки, добрив та інших ресурсів. У зв'язку з цим розробка водозберігаючого методу формування режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана згідно з науковими програмами і тематичними планами Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету по гідрології ґрунтів за темами «Розробка водозберігаючого методу розрахунку режиму зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України» (державна реєстрація № 0109U008942) і «Розробка технологій, техніки та засобів забезпечення збереження ресурсів, родючості ґрунтів, підвищення продуктивності та екологічної стійкості агроландшафтів Степу України» (державна реєстрація № 0110U004187). Під час виконання цих завдань автор була відповідальним виконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Метою досліджень роботи була розробка методики розрахунку водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій і лісостеповій зонах України.

Для досягнення поставленої мети виконали наступні завдання досліджень:

➤ подовжити та статистично обґрунтувати ряди інструментальних

спостережень (вимірювань) за вологозапасами під посівами люцерни до репрезентативного періоду;

- визначити добові витрати ґрунтової вологи для репрезентативного періоду, провести оцінку репрезентативності часових рядів для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни в степовій і лісостеповій зонах України.

- використовуючи дані про вологозапаси провести розрахунок режимів зрошення люцерни побудувати карти зрошувальних норм для посівів люцерни;

- на підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначити коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду;

- провести порівняльний аналіз методів формування режимів зрошення люцерни досліджуваної території.

*Об'єктом дослідження є процес зміни вологозапасів під посівами люцерни в досліджуваних умовах.*

*Предметом дослідження є режим зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України.*

**Методи дослідження.** В роботі використані результати польових досліджень, камеральні, модельні та аналітичні методи досліджень, метод статистичного аналізу, картографічний метод.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у тому, що *вперше*:

- розроблено метод розрахунку водозберігаючих режимів зрошення люцерни, який ґрунтується на АГМ методі визначення значень вологості ґрунту;

- подовжено ряд даних по ґрунтових вологозаписах і оцінку вологозабезпеченості під посівами люцерни через недостатність даних на метеостанціях Степу і Лісостепу України;

- оцінено репрезентативність часових рядів вологозапасів для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни в степовій і лісостеповій зонах України;

- встановлено і представлено просторову мінливість зрошувальних норм люцерни на території Степу і Лісостепу України;

- визначено коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміна протягом вегетаційного періоду, який дозволяє вносити корективи в режим зрошення.

*Удосконалено* методику розрахунку запасів ґрунтової вологи під посівами люцерни та інших сільськогосподарських культур.

*Набув подальшого розвитку* АГМ метод розрахунку режимів зрошення для науково-обґрунтованої ротації сільськогосподарських культур в часі і за територією в цілому у степовій та лісостеповій зонах України.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичне значення одержаних результатів полягає у вирішенні проблем розробки водозберігаючого методу режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України. Наукові розробки та пропозиції, внесені автором, можуть бути використані сільськогосподарськими виробниками, районними та обласними управліннями водного господарства. Розроблені режими зрошення прийняті до впровадження Солонянським міжрайонним управлінням водних ресурсів в Дніпропетровській

області та в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровському районі Дніпропетровської області на загальній площі 370 га.

**Особистий внесок здобувача.** Автор приймала безпосередню участь у розробці технічних завдань, у формуванні та аналізі фактичних даних, літературних та фондових матеріалів, проведенні статистичного аналізу результатів досліджень. Автором особисто сформульовані основні наукові положення, проведені математичні розрахунки, узагальнені висновки і рекомендації виробництву.

**Апробація результатів досліджень.** Матеріали досліджень доповідались та були схвалені на Міжнародній науково-методичній конференції «Географічні інформаційні системи в аграрних університетах» (м. Херсон, 21-22 травня 2007 р., очна); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 4-5 грудня 2007 р., заочна); IV Міжнародній молодіжній науковій конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI» (м. Дніпропетровськ, 9-10 жовтня 2008 р., заочна); Всеукраїнській науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах» (м. Херсон, 26-29 серпня 2009 р., заочна); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій» (м. Дніпропетровськ, 29-30 листопада 2010 р., очна), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою» (м. Миколаїв, 21 травня 2013 р., заочна), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Напрямки розвитку сучасних систем землеробства» (м. Херсон, 11 грудня 2013 р., заочна), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальные проблемы техносферной безопасности и природообустройства» (м. Благовіщенськ, 12 лютого 2014 р., заочна), Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки» (м. Миколаїв, 01 липня 2014 р., заочна), Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства» (м. Київ, 03 грудня 2014 р., заочна), Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» (м. Дніпропетровськ, 19 травня 2016 р., очна), а також на щорічних наукових конференціях факультету водогосподарської інженерії та екології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (2007-2016 рр.). За участю в конференціях опубліковані тези доповідей.

Матеріали дисертаційної роботи та результати досліджень з розробки водозберігаючого режиму зрошення люцерни впроваджено в навчальний процес Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва та Одеського державного аграрного університету.

**Публікації.** За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 21 наукова публікація, в тому числі: 6 – у фахових виданнях України, 1 – у закордонному журналі; 13 тез доповідей на конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел із 212

найменувань, у тому числі 22 – латиницею та додатків. Основний зміст дисертації викладено на 143 сторінках. Її текст ілюстровано 16 рисунками, містить 11 таблиць та 34 додатки.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, мету, задачі, предмет та об'єкт досліджень, надано її загальну характеристику.

### **ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)**

За результатами аналізу літературних джерел висвітлено актуальні наукові питання з формування технологій вирощування люцерни. Відображено господарське та еколого-меліоративне значення люцерни при її вирощуванні в Україні та світі, охарактеризовані ботаніко-біологічні та агроекологічні особливості досліджуваної культури, які треба враховувати при плануванні та оперативному управлінні режимами зрошення. Наголошено про особливості застосування розрахункових методів формування режимів зрошення люцерни, узагальнено матеріали досліджень вітчизняних та закордонних вчених щодо ефективності застосування зрошення при вирощуванні люцерни в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Зони проведення досліджень – Лісостеп і Степ України, характеризується значною різноманітністю природних умов, що визначаються, головним чином, неоднорідністю геолого-геоморфологічної будови і особливостями клімату.

Досліджувана територія представлена різноманітністю ґрунтів, що утворилися під дією різних кліматичних, геоморфологічних і гідрологічних умов в регіонах. На території України виділено приблизно біля 5000 ґрунтових відмін (різниць), що об'єднані у типи і підтипи, хоча основні площі зрошення припадають на чорноземи (понад 60 % загальної площі).

В Лісостепу поширені опідзолені ґрунти, сіроземи та чорноземи потужні, що розрізняються між собою за рівнем природної родючості. Ґрунтоутворювальною породою опідзолених ґрунтів є лес середньо- і важкосуглинкового механічного складу, який містить карбонати кальцію і магнію у межах гумусованої частини профілю і частково у верхніх шарах лесу, що зумовлює низьку насиченість колоїдної частини ґрунтів кальцієм, а також наявність у верхніх гумусових горизонтах високої обмінної кислотності.

Сірі опідзолені ґрунти поширені переважно в західному, правобережному і частково в Лівобережному Лісостепу. Вони відзначаються високою потенційною родючістю та придатні для вирощування більшості сільськогосподарських культур; мають найбільшу об'ємну вагу серед всіх ґрунтів досліджуваної території (1,36-1,43 т/м<sup>3</sup>); найменша вологоємність коливається в межах від 23,8-24,7% та вологість в'янення складає 9,1-12,8% від маси сухого ґрунту. Темно-сірі опідзолені ґрунти розміщуються переважно в західному і лівобережному Лісостепу. Їх

особливістю є високий (до 7,3%) вміст гумусу в орному шарі ґрунту, мають гірші фізичні властивості, ніж чорноземи.

Ґрунтовий покрив основних зрошуваних масивів степової зони представлений чорноземами і каштановими ґрунтами. Відомо, що чорноземи звичайні сформувалися під різнотравно-типчачово-ковиловою рослинністю в північному Степу. Об'ємна вага складає 1,21-1,23 т/м<sup>3</sup>; найменша вологоємність коливається в межах від 25,3-30,6% та вологість в'янення складає 12,0-12,1% від маси ґрунту.

Для метеорологічних спостережень використано дані метеорологічних станцій Українського гідрометеорологічного центру за період з 1948 по 2015 рр. з відповідними посиланнями на кожен станцію. Ці дані були використані для формування закономірностей режимів зрошення люцерни, врахування впливу погодних умов на водний режим ґрунту, встановлення закономірностей та розробки математичних моделей.

Дослідження з розробки розрахункового водозберігаючого режиму зрошення люцерни проведені з використанням спеціальних методик польового досліду та застосування інформаційних технологій у сільському господарстві (Ушкаренко В.О. та ін., 2010, 2014). Методологічною основою досліджень був системний підхід, а методи були побудовані на принципах системного аналізу.

Для аналізу метеорологічних умов за період 1948-2015 рр. були використані дані метеорологічних станцій степової і лісостепової зон України, а також агрокліматичні дані з мережі Інтернет.

Для перевірки розроблених моделей водозберігаючого режиму зрошення протягом 2014-2016 рр. в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровському районі Дніпропетровської області було проведено виробничі дослідження, в якому перевіряли ефективність застосування розрахункового водозберігаючого режиму зрошення люцерни (за методом АГМ – агрогідрометеорологічний метод Литовченка О.Ф., 2008). Поливи проводили дощувальною машиною Valley.

Поливні норми при вирощуванні люцерни визначали коригували згідно рекомендацій з водозберігаючих режимів зрошення та біологічних особливостей культури (Писаренко В.А. та ін., 2005). Сумарне водоспоживання за весь вегетаційний період і за окремі міжфазні періоди визначали методом водного балансу (Костяков А.Н., 1961).

Відносні значення біокліматичного потенціалу встановлювали згідно методики (Шашко Д.І., 1967).

Для встановлення взаємозв'язків між досліджуваними параметрами режимів зрошення люцерни було використано метод найменших квадратів. Для оцінки тісноти зв'язку між досліджуваними значеннями використано коефіцієнти кореляції та регресійні рівняння (Ушкаренко В.О. та ін., 2008, 2012).

Для встановлення показників ґрунтової вологи в метровому та півметровому шарах ґрунту використано методику Литовченка О.Ф. (2011).

Економічна ефективність досліджуваних режимів зрошення встановлювали згідно спеціальних методик. Розрахунки здійснені за фактичними витратами, передбаченими технологіями вирощування люцерни в умовах степової та лісостепової зон України за фактичними показниками технологічних карт. Для оцінки економічної ефективності брали основні показники: вартість валової

продукції з 1 га посівної площі, собівартість 1 т сіна люцерни, умовний чистий прибуток та рівень рентабельності. Вартість одержаної продукції та агроресурсів обрані за цінами, що фактично склались у господарствах на 1 вересня 2016 р. Енергетичну оцінку досліджуваних чинників проводили використовуючи «Методику оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур» (1997).

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ПОСІВІВ ЛЮЦЕРНИ В УКРАЇНІ

За результатами метеорологічних даних метеостанцій степової та лісостепової зон України, можна зробити висновок, що кореляційний зв'язок виявляється неоднаковим на території досліджень, що залежить від типу ґрунту та інших факторів. За даними встановлених залежностей, з використанням ЕОМ побудовано графіки зв'язку між вологозапасами під посівами озимої пшениці та люцерни за репрезентативний період. В результаті отримано залежності за даними фактичних спостережень вологозапасів для 15 ГМС (табл. 1) в степовій та лісостеповій зонах України.

Таблиця 1

### Аналітичні значення кореляційних залежностей вологозапасів під посівами люцерни ( $W_{л}$ ) від вологозапасів під посівами озимої пшениці ( $W_{п}$ ) в півметровому шарі ґрунту у степовій та лісостеповій зонах України

№ п/п	Метеостанція	Рівняння кореляційної залежності	r	n	N
1	Апостолове	$W_{л} = 0,59W_{п} + 71$	0,76	34	6
2	Асканія–Нова	$W_{л} = 0,51W_{п} + 154$	0,79	125	14
3	Бердянськ	$W_{л} = 0,81W_{п} + 23$	0,79	45	6
4	Білопілля (Сум.)	$W_{л} = 0,63W_{п} + 30$	0,76	248	18
5	Долинська	$W_{л} = 0,68W_{п} + 40$	0,90	96	11
6	Жашків	$W_{л} = 0,79W_{п} + 29$	0,93	57	6
7	Затишшя	$W_{л} = 0,64W_{п} + 52$	0,75	35	6
8	Ім.Шевченко	$W_{л} = 0,77W_{п} + 38$	0,90	79	9
9	Козача Лопань	$W_{л} = 0,99W_{п} + 5$	0,91	26	3
10	Красноград	$W_{л} = 0,80W_{п} + 6$	0,85	41	4
11	Кривий Ріг	$W_{л} = 0,72W_{п} + 20$	0,86	21	3
12	Могилів-Подільський	$W_{л} = 0,70W_{п} + 29$	0,86	40	5
13	Одеса	$W_{л} = 0,63W_{п} + 54$	0,83	115	17
14	Полтава	$W_{л} = 0,86W_{п} + 5$	0,88	290	19
15	Синельникове	$W_{л} = 0,85W_{п} + 18$	0,92	85	9

**Примітка:** r – коефіцієнт кореляції; n – кількість вимірювань; N – кількість років спостережень.

Аналізом експериментальних даних доведено, що кореляційних залежностей



між вологозапасами під посівами люцерни ( $W_{л}$ ) та вологозапасами під посівами озимої пшениці ( $W_{п}$ ) у півметровому шарі ґрунту у степовій та лісостеповій зонах України мають високу ступінь кореляційного зв'язку – понад 0,7.

Залежність, побудована за центрами тяжіння з деяким наближенням дає мінімум суми абсолютних величин відхилень, тоді як залежність, що отримана методом найменших квадратів, призводить до мінімуму суми квадратів відхилень. Отже, за отриманими таким чином даними побудовано графіки залежності вологозапасів у метровому шарі ґрунту під посівами люцерни та озимої пшениці (рис. 1).

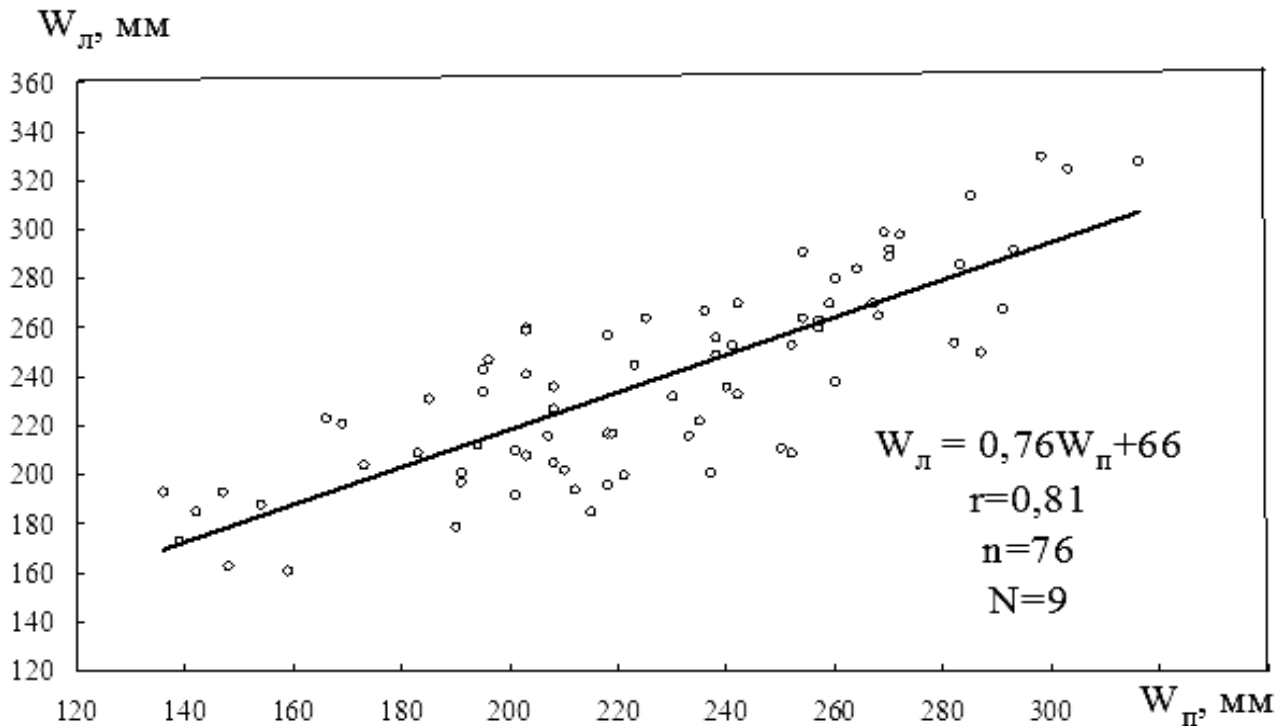


Рис. 1. Зв'язок вологозапасів в метровому шарі ґрунту під посівами люцерни та озимої пшениці за даними ГМС ім. Шевченко

Абсциси відповідають значенням вологозапасів під посівами озимої пшениці ( $W_{п}$ ), а ординати – під посівами люцерни ( $W_{л}$ ) за ряд спільних (паралельних, одночасних) вимірювань з похибкою в один день припустивши, що вологозапаси за цей день істотно не зміняться. Отже, отримавши набір даних, що рівномірно розташовані вздовж прямої лінії можна встановити зв'язок між досліджуваними (експериментальними) значеннями запасів вологи.

Зв'язок запасів ґрунтової вологи під посівами люцерни від посівів озимої пшениці в метровому і півметровому шарах ґрунту є достовірним, що надає змогу, з достатньою для практичних задач точністю, визначати вологозапаси під посівами люцерни у різних шарах ґрунту. При цьому кореляційний зв'язок є досить тісним, а стандартна похибка становить: відповідно для півметрового шару ґрунту 0,009-0,104 (у середньому 0,041), для метрового шару ґрунту – 0,008-0,116 (у середньому 0,043). Максимальні значення стандартної похибки обчислень відзначено на метеостанціях, де подовження статистичних рядів проводили за допомогою перехідного коефіцієнта.

В результаті проведення порівнянь вимірних з розрахованими вологозапасами можна зробити висновок, що подовжені значення запасів води під посівами люцерни відрізняються в середньому: для метрового шару ґрунту на 15%, а в півметровому – на 25%. Аналіз відхилень дає підставу до висновку, що вони відповідають похибкам інструментальних вимірювань запасів ґрунтової води на мережі метеорологічних станцій Комітету з питань гідрометеорології, що проводяться на території України.

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що середні квадратичні відхилення розрахованих вологозапасів від вимірних у півметровому шарі ґрунту під посівами люцерни складають 5-15%, а для метрового шару – 3,9-15,3%. Такі відхилення співставні з похибками інструментальних вимірювань вологозапасів на станціях Держкомгідромету України та мають достатню для практичного застосування точність.

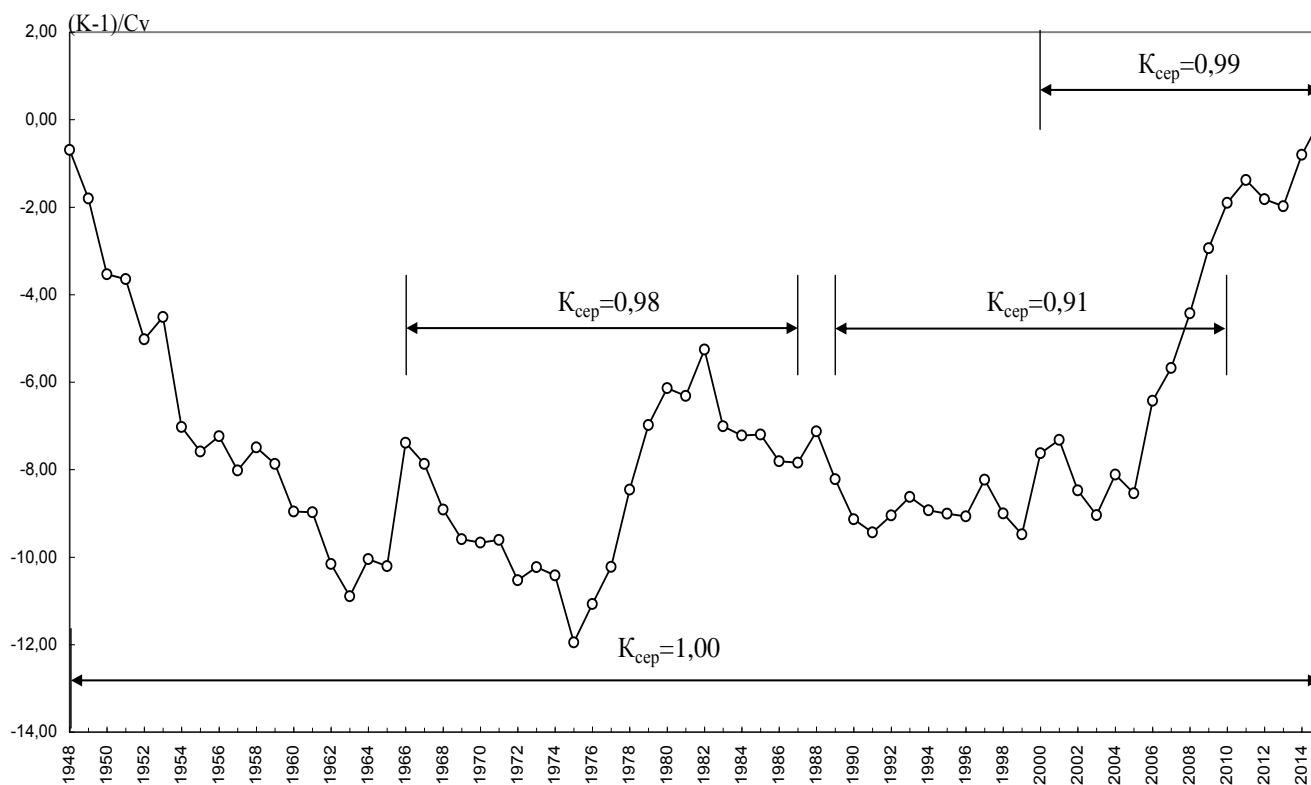
Прийнято вважати, що розрахункові моделі не дають істотних помилок при значеннях критерію якості методики ( $\mu$ ) менше 0,8. Статистичні дані свідчать про те, що максимальне значення  $\mu$  не перевищує 0,8. Використовуючи отримані кореляційні залежності, а також дані про вологозапаси під посівами озимої пшениці можна визначати ресурси ґрунтової води під посівами люцерни та провести розрахунок її режиму зрошення. Також такі кореляційні рівняння можна використовувати для моделювання рівнів вологозапасів під різними сільськогосподарськими культурами, які вирощуються на зрошуваних землях степової і лісостепової зон України. Тому розроблену нами методику подовження рядів спостережень вологозапасів під посівами люцерни можна вважати цілком надійною.

### **ФОРМУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ, МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН ТА ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНИХ ПОКАЗНИКІВ**

У практиці зрошувального землеробства при формуванні режимів зрошення люцерни та інших сільськогосподарських культур застосовують різні методи їх розрахунку, які відрізняються трудомісткістю, затратами часу і коштів для отримання необхідних результатів. За детальним кореляційним аналізом вимірних вологозапасів на полях під різними сільськогосподарськими культурами на 84 ГМС в степовій та лісостеповій зонах України разом з метеорологічною інформацією встановлено, що на формування ґрунтових вологозапасів основний вплив чинять атмосферні опади, температура та дефіцит вологості повітря. АГМ розрахунку кількості, строків поливних норм нетто для конкретного розрахункового року полягає у визначенні за графіком (фрагментарним гідрографом) добових значень вологозапасів в різних розрахункових шарах ґрунту.

Статистична обробка та аналіз більш ніж 180 тисяч агрометеорологічних спостережень (вимірювань) під посівами основних сільськогосподарських культур на гідрометеорологічних станціях виявили 22-річний репрезентативний період з 1966 по 1987 рр. Для того, щоб підтвердити або спростувати вибір репрезентативного періоду стосовно вологозапасів під посівами люцерни проведено розрахунок модульних коефіцієнтів за 68-річний період з 1948 по 2015

роки. За результатами чого побудовано сумарну інтегральну криву відхилень від середини модульних коефіцієнтів середніх за вегетаційний період вологозапасів під посівами люцерни за даними АМС Синельникове (рис. 2).



**Рис. 2. Сумарна інтегральна крива відхилень від середини модульних коефіцієнтів середніх за вегетаційний період вологозапасів під посівами люцерни за даними АМС Синельникове (середнє за 1948-2015 рр.)**

Оцінюючи динаміку отриманого ряду відносно циклів зміни модульних коефіцієнтів за період з 1948 по 2015 рр., слід відмітити, що протягом 68 років, на зазначеній агрометеорологічній станції спостерігалось кілька закінчених циклів зміни середньовегетаційних запасів вологи в метровому шарі ґрунту під посівами люцерни. Так, з 1948 р. по 1975 р. та з 1982 р. по 1991 р. різницеві інтегральна крива була похилена вниз, що відповідає циклу посушливих років, а протягом періодів з 1975 по 1982 рр. і з 1991 по 2015 рр. – спрямована вверх, тобто відповідає циклу вологих років. Детальний аналіз сумарної інтегральної кривої показує, що за 68-річний період можна виділити три повних цикли зміни середньовегетаційних запасів вологи в метровому шарі ґрунту під посівами люцерни. При цьому до уваги ми брали лише основні тривалі цикли.

До неповних циклів можна віднести період 2000-2015 рр. На графіку добре видно, що протягом вищевказаного періоду часу різницеві інтегральна крива спрямована вверх, тобто спостерігається збільшення вологості ґрунту. І навіть зниження кривої у 2002-2003 рр., 2012-2013 рр. не змінює фазу водності, адже вони накладаються на основний цикл. Це може свідчити, що наразі багатководний цикл ще не завершився.

Період спостережень 1966-1987 рр. включає замкнуті цикли коливання вологості, коли багаторічні значення середньовегетаційних вологозапасів під

люцерною не суттєво відрізняються від середніх за 68 років. Осереднене значення модульного коефіцієнту за цей період близьке до одиниці і складає 0,98, тобто цей період є репрезентативним.

Підтвердити репрезентативність будь-якого періоду можна при порівнянні його з періодом 1966-1987 рр. Якщо спостерігатиметься тісний зв'язок, то період можна буде вважати репрезентативним. Порівняємо період 1989 – 2010 рр. з репрезентативним. Для оцінки тісноти зв'язку користуємось коефіцієнтами рангової кореляції Спірмена і Кендала.

За результатами проведених досліджень доведено, що в якості основного критерію для встановлення строків і норм вегетаційних поливів люцерни необхідно приймати нижню межу оптимальної вологості ґрунту. При цьому особливо важливо врахувати чутливість люцерни до зменшення рівня передполивної вологості ґрунту в різні фази її розвитку. Графічне відображення вологозапасів дозволяє розробити водозберігаючий режим зрошення люцерни за АГМ для зрошуваних масивів, які розташовані поблизу від ГМС Апостолове. Вегетаційний період в даному випадку поділений на 2 періоди залежно від фаз розвитку рослин. Основні параметри цих режимів (великі поливні норми) не забезпечують дотримання однієї із складових водозбереження – недопущення втрат води на фільтрацію за межі кореневмісного шару ґрунту. Проте за даними воднобалансових досліджень, що були проведені на дослідно-виробничих ділянках півдня України, встановлено, що при поливах такими поливними нормами за рік витрачається на підживлення ґрунтових вод 650-1100 м<sup>3</sup>/га вологи, що складає в середньому 12-22% зрошувальної норми. При цьому виносяться поживні речовини із активного шару ґрунту і тим самим погіршується її родючість.

За методом нейронних мереж була сформована агроекологічна модель продуктивності люцерни, яка дозволила встановити вплив природних і агротехнічних чинників. Встановлено, що найбільшою мірою проявляється вплив атмосферних опадів та зрошувальної норми, а це підтверджує результати багатьох вітчизняних і закордонних вчених щодо першочергової ролі зрошення при вирощуванні люцерни в умовах Степу й Лісостепу України. За результатами досліджень встановлено, що сформована нейронна мережа продуктивності люцерни проявляє максимальний рівень навчальної та контрольної продуктивності рослин на рівні 0,5312 та 0,5736 забезпечує такий природний чинник, як кількість атмосферних опадів.

### **НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РІЗНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ ЛЮЦЕРНИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИРОДНИХ І АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ**

За результатами досліджень встановлено, що зрошувальні норми для років з 75 та 95% вологозабезпеченістю (для люцерни) в умовах степової зони України складають відповідно 140 та 350 мм. При розрахунках водозберігаючого режиму зрошення люцерни на зелений корм для року 75%-ї забезпеченості за біокліматичним методом існує необхідність проведення 14 поливів, а за АГМ методом – тільки 6, а для року 95% – відповідно 17 та 10 поливів, отже забезпечує зменшення зрошувальних норм на 42,9-58,8%.

Із аналізу даних таблиці витікає, що зрошувальні норми при режимі зрошення за біокліматичним методом порівняно з агрогідрометеорологічним завищені майже вдвічі (на 41% в посушливий рік та на 57% – у середньосухий рік). Для умов Лісостепу України (на прикладі ГМС Полтава) для року 95%-вої вологозабезпеченості норми відповідно складають 2500 м<sup>3</sup>/га, а рекомендовано ДБН 2600-3000 м<sup>3</sup>/га; для року 75 %-вої забезпеченості: 1700 м<sup>3</sup>/га, згідно ДБН 2100-2400 м<sup>3</sup>/га. Таким чином, з цього виходить, що немає потреби поливати такими завищеними зрошувальними нормами, адже люцерна для свого нормального росту споживає значно менше ґрунтової вологи, ніж при поливах за методом ДБН.

При розробці й реалізації режимів зрошення необхідно використовувати природний потенціал кожної ґрунтово-кліматичної зони, зокрема за температурним режимом. Існує декілька методологічних підходів, які дозволяють у тій чи іншій мірі розв'язати це завдання. Так, для попередньої оцінки зволоженості року можна використовувати атмосферні опади, за комплексним кліматичним показником, за дефіцитами водоспоживання, середніми за вегетаційний період вологозапасами, тощо. В своїх дослідженнях для визначення забезпеченості року за ресурсами вологи і тепла скористалися найбільш інформативним інтегральним показником – вологістю ґрунту і біокліматичним потенціалом – БКП.

На графіку (рис. 3) показано інтегральну криву біокліматичного потенціалу без зрошення (1), з урахуванням зрошення (2), опади (3) і поливи (4). У результаті аналізу отриманого графіка чітко простежується вплив кліматичних факторів, в даному випадку атмосферних опадів, на біокліматичний потенціал.

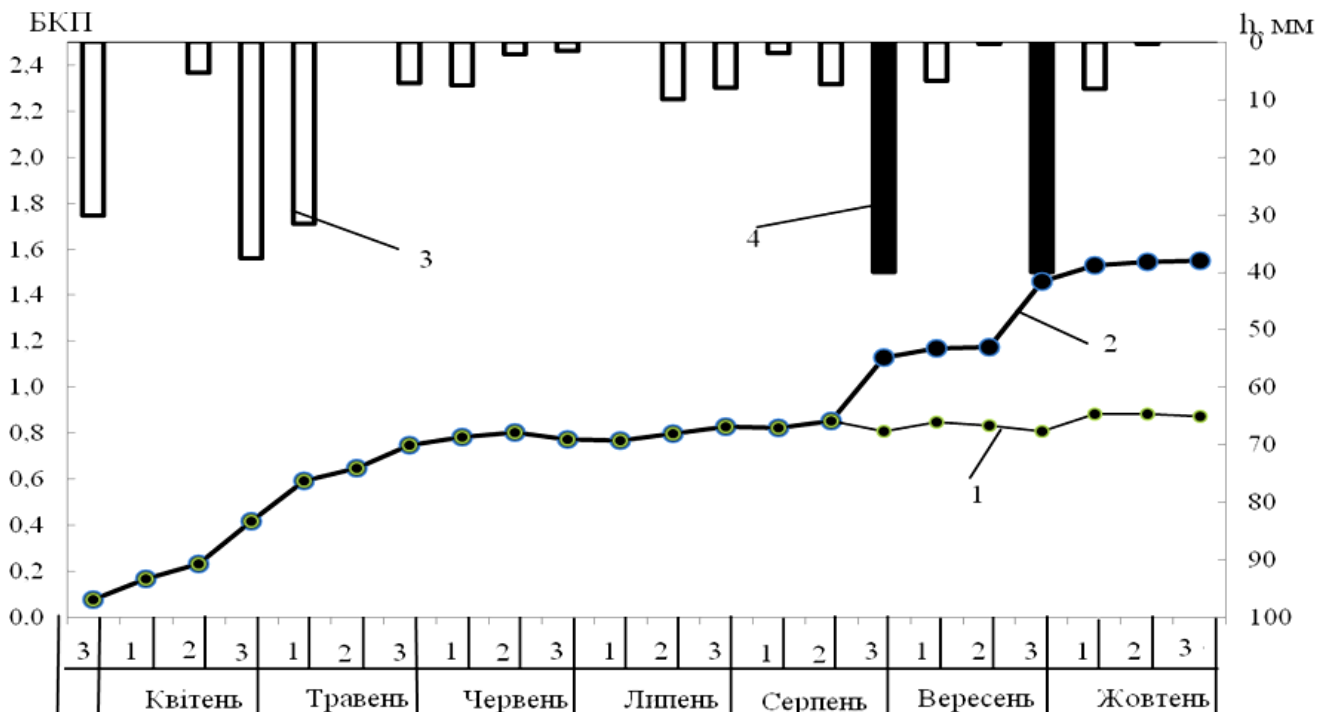


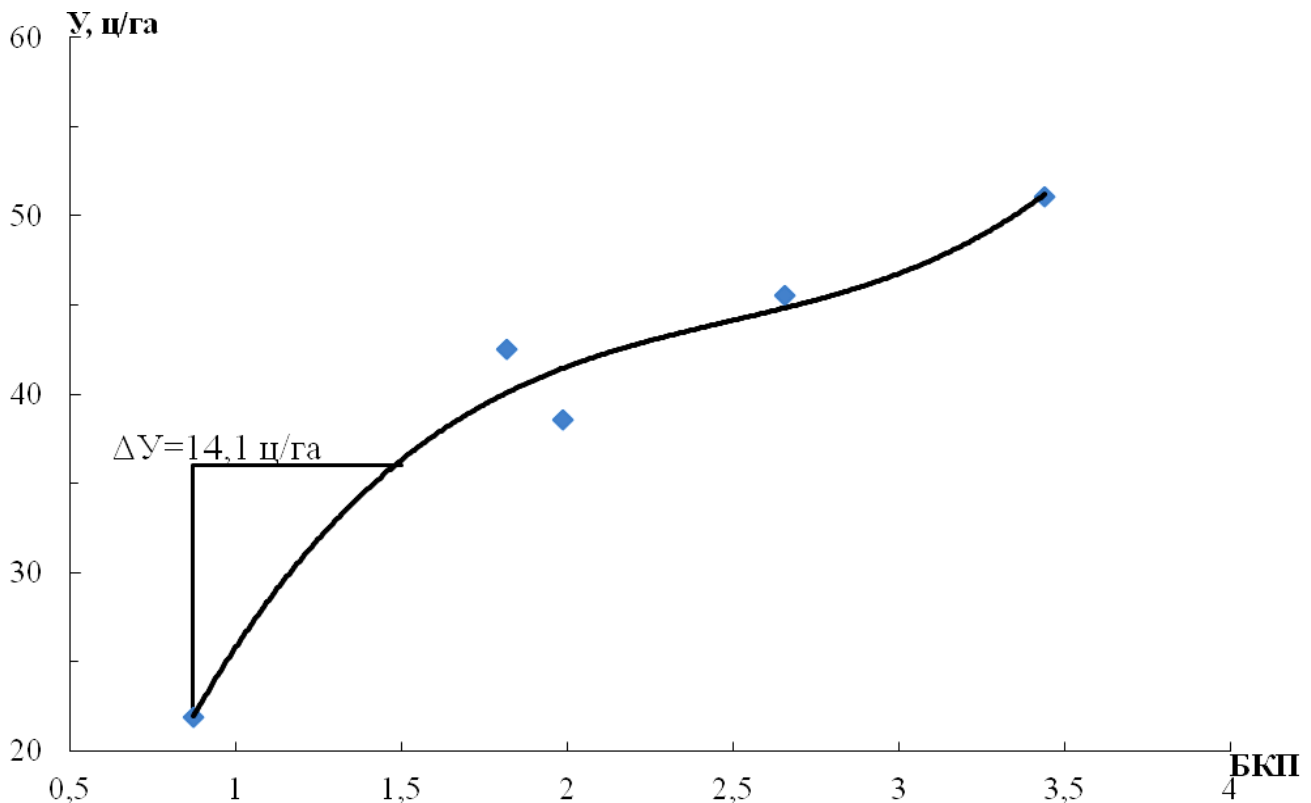
Рис. 3. Розподіл біокліматичного потенціалу за Д.І.Шашко протягом вегетаційного періоду за даними ГМС Апостоново

На початку вегетаційного періоду спостерігається ріст БКП при випадінні опадів, в середині вегетації цей ріст майже припиняється. Цей період

характеризується збільшенням температур повітря і відсутністю опадів. При цьому інтегральна крива біокліматичного потенціалу при природному зволоженні майже не змінюється.

Доведено, що при проведенні двох поливів, величиною  $400 \text{ м}^3/\text{га}$  кожен БКП зміниться з 0,87 до 1,55. При цьому урожайність люцерни збільшиться на 14,1 ц/га, що у відсотковому відношенні відбудеться збільшення врожайності на 64% порівняно із фактично отриманою у цей рік при природній зволоженості посівів.

За результатами проведених розрахунків обрані роки за характерними групами забезпеченості. При цьому слід відмітити, що забезпеченість вологості ґрунту і БКП співпадають. На рисунку наведено графік залежності урожайності люцерни від БКП (рис. 4).



**Рис. 4. Графік залежності урожайності зеленої маси люцерни від БКП на прикладі Дніпропетровської області (ГМС Апостолово)**

Графік побудовано для типових за природним зволоженням років: дуже вологого 1977 р. (10 %), вологого 1982 р. (25 %), середнього 1986 р. (50 %), сухого 1983 р. (75 %) та дуже сухого 1975 р. (90 %) років. Аналізуючи графік бачимо чітко виражену залежність урожайності і від БКП. Підтвердженням тісноти зв'язку є коефіцієнт кореляції, який складає 0,985. Це свідчить про сильний зв'язок. Дані наведені на діаграмі вказують на те, що приріст урожаю залежно від зміни БКП коливається значною мірою. Так, суттєвий приріст врожайності спостерігається при збільшенні вологозабезпеченості посівів люцерни до 50%. При подальшому збільшенні вологозабезпеченості приріст врожайності є менш значущим, що може свідчити про економічну недоцільність збільшення зрошуваної норми. Для підтвердження даного припущення нами для сухого за природним зволоженням року обчислено подекадний розподіл коефіцієнту біокліматичного потенціалу.

Отримані нами розрахункові зрошувальні норми не перевищують ті, що рекомендовані застосовувати при розрахунках водозберігаючих режимів зрошення, а тим більше з завищеними майже вдвічі рекомендованими в літературних джерелах. Якщо вважати, що поливи будуть проводити після кожного укусу нормами 700-1000 м<sup>3</sup>/га (при вирощуванні трьохукісної люцерни на зелений корм), то зрошувальна норма складатиме 2100-3000 м<sup>3</sup>/га. Таке завищення негативно впливає на процеси, що проходять не лише в ґрунті, а і в навколишньому середовищі.

Слід відзначити, що застосування завищених поливних і зрошувальних норм, рекомендованих в літературних джерелах, сприяє розвитку таких негативних явищ, як підтоплення та вторинне засолення. При застосуванні завищених поливних норм частіше спостерігається зниження продуктивності сільськогосподарських культур, просадка ґрунту, тощо.

Стосовно агрогідрометеорологічного методу, то він не допускає перевитрат ресурсів, попереджає підтоплення земель та створення промивних режимів зрошення, тобто є екологічно безпечним. Саме цей метод необхідно впроваджувати на практиці при проведенні поливів посівів люцерни. Доведено, що при формуванні режимів зрошення люцерни для оцінки ефективності гідротехнічних меліорацій доцільно користуватись значенням біокліматичного потенціалу локальної території – БКП. Це сприяє оптимізації витрат водних і енергетичних ресурсів, а також дозволяє отримувати запрограмований та економічно вигідний урожай люцерни.

Економічним аналізом доведено, що при вирощуванні люцерни водозберігаючий режим зрошення дозволяє отримати вартість валової продукції з 1 га посівної площі на рівні 28,8 тис. грн/га. Найвищі умовний чистий прибуток – 12,8 тис. грн/га та рівень рентабельності 79,9% зафіксовані у варіанті з розрахунковим режимом зрошення, а при проведенні вегетаційних поливів за режимом зрошення ДБН – ці показники зменшилися у 1,8 рази.

Максимальні прихід (понад 61 ГДж/га) та витрати (понад 30 ГДж/га) енергії при вирощуванні сіна люцерни сформувалися у варіанті з вегетаційними поливами за розрахунковим водозберігаючим режимом зрошення. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні люцерни при поливах за режимом зрошення ДБН становив 1,54, а за впровадження розробленого розрахункового водозберігаючого режиму зрошення – підвищився до 1,99. Крім того, використання водозберігаючого режиму зрошення обумовило зниження енергоємності 1 т сіна люцерни з 3,46 до 2,67 ГДж/т або на 29,5%.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової проблеми, що витікає із аналізу впливу зрошувальних норм люцерни на її продуктивність та економічну ефективність. Головні наукові й практичні результати роботи полягають в наступному:

1. Узагальнення багаторічних рядів спостережень за вологозапасами під посівами люцерни за репрезентативний період (1948-2015 рр.) та статистичний аналіз отриманих результатів дозволили науково обґрунтувати параметри

водозберігаючого режиму зрошення зі створенням моделей водного режиму та встановлення оптимальної глибини розрахункового шару ґрунту посівів люцерни. Розроблені математичні моделі вмісту вологи під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України дозволили встановити, що подовжені значення досліджуваних показників відрізняються в середньому: для метрового шару ґрунту на 15%, а в півметровому – на 25%. Аналіз відхилень свідчить про те, що вони відповідають похибкам інструментальних вимірювань запасів ґрунтової вологи на мережі метеорологічних станцій Комітету з питань гідрометеорології, що проводяться на території України.

2. Аналіз одержаних даних свідчить про те, що середні квадратичні відхилення розрахованих вологозапасів від виміряних у півметровому шарі ґрунту під посівами люцерни складають 5-15%, а для метрового шару – 3,9-15,3%. Такі відхилення співставні з похибками інструментальних вимірювань вологозапасів на станціях Держкомгідромету України та мають достатню для практичного застосування точність.

3. Виявлено тісні природні залежності вологозапасів під посівами люцерни від вологозапасів під посівами озимої пшениці в півметровому та метровому шарах ґрунту. Визначені емпіричні коефіцієнти переходу від вологозапасів під посівами озимої пшениці до запасів вологи під посівами люцерни. Тісноту зв'язку оцінено коефіцієнтом кореляції, який в середньому по території досліджень складає 0,83, що свідчить його достатність для практичного застосування. Середньоквадратичні відхилення подовжених вологозапасів від інструментально виміряних у метровому і півметровому шарі ґрунту під посівами люцерни в період вегетації складають не більше 10%.

4. За результатами досліджень встановлено, що зрошувальні норми для років з 75 та 95% вологозабезпеченістю (для люцерни) в умовах степової зони складають відповідно 140 та 350 мм. При розрахунках водозберігаючого режиму зрошення люцерни на зелений корм для року 75%-ї забезпеченості за біокліматичним методом існує необхідність проведення 14 поливів, а за АГМ методом – тільки 6, а для року 95% – відповідно 17 та 10 поливів, що забезпечує зменшення зрошувальних норм на 42,9-58,8%.

5. Зрошувальні норми при режимі зрошення за біокліматичним методом порівняно з агрогідрометеорологічним завищені майже вдвічі (на 41% в посушливий рік та на 57 % – у середньосухий рік). Для умов Лісостепу України (на прикладі ГМС Полтава) для року 95%-вої вологозабезпеченості норми відповідно складають 2500 м<sup>3</sup>/га, а рекомендовано ДБН 2600-3000 м<sup>3</sup>/га; для року 75 %-вої забезпеченості: 1700 м<sup>3</sup>/га, згідно ДБН 2100-2400 м<sup>3</sup>/га.

6. Розраховані ймовірнісні режими зрошення посівів люцерни для різних за зволоженістю років. Результати розрахунків зрошуваних норм за допомогою ГІС-технологій представлені нами у вигляді карт багаторічного просторового розподілу ресурсів ґрунтової вологи, адже їх застосування є невід'ємною частиною будь-якого наукового напрямку. Ці карти побудовано окремо для року 75%-ї та 95%-ї забезпеченості під посівами фуражної люцерни першого та наступних років вегетації та люцерни на насіння. За допомогою побудованих карт визначаємо зрошувальні норми для посівів люцерни, які створюватимуть оптимальні умови



вологозабезпечення степової та лісостепової зон України.

7. На підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначили коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду. Коливання коефіцієнту вологозатримання (абсорбції) протягом вегетаційного періоду доволі суттєві: на початку поливного періоду він в умовах степової зони складав в середньому 0,75, а в кінці проходило його зменшення до 0,15. Фрагментарний гідрограф наглядно показує приріст вологи в ґрунтовій товщі зі вказаною закономірністю, яка чітко простежується.

8. Запропонована методика розрахунку водозберігаючих режимів зрошення посівів люцерни може стати в нагоді, як при плануванні режимів зрошення, так і в ряду інших агротехнічних заходів, спрямованих на покращення вологозабезпеченості культур та підвищення їх продуктивності (внесення добрив, міжрядний обробіток ґрунту та ін.). Впровадження режимів зрошення зі скороченою кількістю поливів та зменшеними зрошувальними нормами дозволить полити більшу площу і в 2-3 рази збільшити вихід валової продукції при зрошенні одним і тим же водо джерелом.

9. Використання розрахункового режиму зрошення при вирощуванні люцерни, має економічні та енергетичні переваги. Так, використання цього режиму зрошення, сприяло отриманню врожайності сіна люцерни на рівні 11,5 т/га, чистого прибутку 12,8 тис. грн/га та рівня рентабельності 79,9%. Енергетичним аналізом доведено, що значення енергетичного коефіцієнту було найбільшим – 1,99 у варіанті з вегетаційними поливами за розрахунковим водозберігаючим режимом зрошення, також його застосування сприяло зниження енергоємності 1 т сіна люцерни з 3,46-3,73 до 2,67 Гдж/т або на 29,5-38,1%.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

На підставі розроблених за результатами досліджень режимів зрошення люцерни для господарств степової та лісостепової зон України, зменшення витрат поливної води, скорочення кількості вегетаційних поливів, підвищення врожайності та якості культури, покращення економічних, енергетичних та еколого-меліоративних показників рекомендуємо:

– для уточнення поливних і зрошувальних норм люцерни використовувати коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміну протягом вегетаційного періоду, який становить на початку поливного періоду в умовах степової зони в середньому 0,75, а наприкінці вегетації – зменшується до 0,15;

– при формуванні водозберігаючих режимів зрошення зрошувальні норми люцерни для кожного поля встановлювати за допомогою карт багаторічного просторового розподілу запасів ґрунтової вологи для років з 75 і 95% забезпеченістю.

– для планування та оперативного управління зрошенням на рівні поля і сівозміни використовувати фрагментарний гідрограф для контролю за динамікою вмісту вологи в ґрунтовій товщі та розроблені кореляційно-регресійні моделі, які дозволяють скоротити зрошувальні норми на 42,9-58,8%.

Запропоновані результати досліджень були впроваджені протягом 2014-2016 рр. в господарствах, які знаходяться в зоні дії Солонянського

міжрайонного управління водного господарства Солонянського району Дніпропетровської області та в умовах ПП «Перемога АВК» Дніпровському районі Дніпропетровської області на загальній площі 370 га.

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографія*

1. Литовченко А.Ф. Уточнение режимов увлажнения посевов люцерны в степной зоне Украины / А.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Агрогидрометеорологический метод расчета влажности почвы и водосберегающих режимов увлажнения орошаемых культур в Степи и Лесостепи Украины: монография. – Днепропетровск: Изд-во «Свідлер А.Л.», 2011.– С. 111-118 (*Формування баз даних показників водного режиму люцерни, проведення розрахунків, математична та статистична обробка експериментальних даних*).

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

2. **Меліхова В.Ю.** Порівняння двох методів розрахунку режимів зрошення люцерни в умовах Південного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2007. – №1. – С. 64-67.

3. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах північного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Таврійський науковий вісник. – Вип. 52. – Херсон: Айлант, 2007. – С. 382-386.

4. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2008. – №2. – С. 53-56.

5. **Запорожченко В.Ю.** Визначення коефіцієнта абсорбції поливної води під посівами люцерни в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – №2. – С. 38-39.

6. Ткачук А.В. Оцінка репрезентативності часових рядів для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни у Північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – №3. – С. 44-49 (*Формування баз даних для встановлення закономірностей репрезентативності часових рядів щодо динаміки водного режиму люцерни, проведення розрахунків, обробка експериментальних даних*).

7. Ткачук А.В. Оцінка впливу кліматичних умов на продуктивність люцерни в Північному Степу України / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2017. – №1. – С. 55-59 (*Узагальнення електронних таблиць з метеорологічними показниками, встановлення математичних зв'язків між продуктивністю люцерни та погодними умовами в окремі роки проведення досліджень*).

### *Стаття у закордонному виданні*

8. **Запорожченко В.Ю.** Метод расчета водосберегающих режимов орошения

люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю. Запорожченко** // Сборник научных трудов SWorld. – Выпуск 1 (38). Том 24. – Иваново: МАРКОВА АД, 2015. – С. 35-42.

### *Тези доповідей на наукових конференціях*

9. **Меліхова В.Ю.** Метод розрахунку ресурсозберігаючих режимів зрошення люцерни в умовах північного Степу України / **В.Ю. Меліхова** // Тези Міжнародної науково-методичної конференції «Географічні інформаційні системи в аграрних університетах». – Херсон: Айлант, 2007. – С. 92-93.

10. **Меліхова В.Ю.** Подовження статистичних рядів інструментальних вимірювань ґрунтових вологозапасів під посівами люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Меліхова** // Тези Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Роль меліорації в забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2007. – С. 14-16.

11. **Запорожченко В.Ю.** Екологічно безпечний режим зрошення люцерни в умовах Лісостепу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези VI міжнародної молодіжної наукової конференції «ДОВКІЛЛЯ – XXI». – Дніпропетровськ: Інститут проблем природокористування та екології НАН України, 2008. – С. 46-48.

12. Литовченко О.Ф. Оптимізація режиму зволоження ґрунту під посівами люцерни в степовій зоні України / О.Ф. Литовченко, **В.Ю. Запорожченко** // Использование ГИС-технологий при нормировании водопользования в орошаемом земледелии и в экологическом мониторинге. Материалы 4-й Международной научно-методической конференции. Сборник научных работ. – Херсон, 2008. – С. 65-73 (*Розрахунки водоспоживання люцерни в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, статистична обробка одержаних даних, створення моделей водного режиму ґрунту*).

13. **Запорожченко В.Ю.** Аналіз режимів зрошення посівів люцерни за даними різних методів розрахунку в лісостеповій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Природокористування на меліорованих ландшафтах». – Херсон: РВВ "Колос", 2009. – С. 63-65.

14. **Запорожченко В.Ю.** Оцінка агрогідрометеорологічного методу розрахунку режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій». – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – С. 37-38.

15. Ткачук А.В. Метод расчета режима орошения фуражной люцерны в условиях Лесостепи Украины / А.В. Ткачук, **В.Ю. Запорожченко** // Тезисы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – С. 431-434 (*Формування баз даних агрометеорологічних показників, розрахунків, статистична обробка даних, встановлення кореляційних зв'язків, отримання математичних моделей*).

16. **Запорожченко В.Ю.** Метод розрахунку режимів зрошення люцерни на насіння в умовах південного Степу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези

Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою», - Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2013. – С.105-107.

17. **Запорожченко В.Ю.** Уточнення зрошуваних норм люцерни на насіння в степовій зоні України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Напрямки розвитку сучасних систем землеробства», присвяченої 110-річчю від дня народження професора С.Д. Лисогорова: наукове видання. – Херсон: ВЦ «Колос» – Херсон: ВЦ "Колос", 2013. – С.345–348.

18. **Запорожченко В.Ю.** Удлинение статистических рядов инструментально измеренных ресурсов почвенной влаги под посевами люцерны в Лесостепи Украины / **В.Ю. Запорожченко** // Тезиси заочної міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми техносферної безпеки та природообустроєства. – Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2014. – С. 55-60.

19. **Запорожченко В.Ю.** Раціональне використання поливної води при проведенні зрошення посівів люцерни в умовах степової зони України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2014.– С. 65.

20. **Запорожченко В.Ю.** Водозберігаючий метод розрахунку режимів зрошення посівів люцерни в умовах Степу України / **В.Ю. Запорожченко** // Тези Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства». – К.: Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2014. – С. 16-18.

21. **Запорожченко В.Ю.** Просторовий розподіл зрошувальних норм посівів люцерни в умовах степової і лісостепової зон України / **В.Ю. Запорожченко** // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» – Дніпропетровськ: «Свідлер А.Л.», 2016. – С. 52-55.

#### АНОТАЦІЯ

**Запорожченко В.Ю.** Розробка водозберігаючих режимів зрошення люцерни в степовій та лісостеповій зонах України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2017; ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2017.

За результатами досліджень одержано репрезентативні часові ряди запасів вологи для визначення характерних років за природним зволоженням під посівами люцерни. За проведеними розрахунками встановлено, що збільшення періоду спостережень не є передумовою його репрезентативності. Виявлено, що 22-річний період (1966-1987 рр.) є репрезентативним порівняно з 68-річним (1948-2015 рр.). Результати розрахунків зрошуваних норм люцерни узагальнені у вигляді карт багаторічного просторового розподілення ресурсів ґрунтової вологи окремо для

років нормативної 75 та 95% забезпеченості під посівами фуражної та насінневої люцерни. На підставі розроблених режимів зрошення досліджуваної культури визначено коефіцієнт абсорбції поливної води та його зміна протягом вегетаційного періоду. Доведено, що коливання цього показника протягом вегетаційного періоду характеризується високою амплітудою: на початку поливного періоду він складає у середньому 0,75, а наприкінці – зменшується до 0,15. За результатами проведених розрахунків встановлено, що в середньому при проведенні поливів люцерни за водозберігаючим методом необхідно на 25% менше поливної води порівняно з водозберігаючими зрошувальними нормами, рекомендованими в ДБН.

**Ключові слова:** ґрунтові вологозапаси, водозберігаючий режим зрошення, репрезентативний період, люцерна, агрогідрометеорологічний метод, фрагментарний гідрограф, цикл вологості, модульний коефіцієнт, інтегральна крива.

### АННОТАЦІЯ

**Запорожченко В.Ю. Разработка водосберегающих режимов орошения люцерны в степной и лесостепной зонах Украины. - Квалификационный научный труд на правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук (доктора философии) по специальности 06.01.02 - сельскохозяйственные мелиорации. - Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, Днепр, 2017; ДВНЗ «Херсонский государственный аграрный университет», Херсон, 2017.

По результатам проведенных исследований установлено, что средние квадратические отклонения рассчитанных влагозапасов под посевами люцерны от измеренных в полуметровом слое почвы составляют 5-15%, а для метрового слоя - 3,9-15,3%. Выявлены тесные математические зависимости влагозапасов под посевами люцерны от влагозапасов под посевами озимой пшеницы в полуметровом и метровом слоях почвы. Определены эмпирические коэффициенты перехода от влагозапасов между этими двумя культурами. Тесноту связи оценен коэффициентом корреляции, который в среднем по территории исследований составляет 0,83, что свидетельствует его достаточность для практического применения. Среднеквадратичные отклонения удлинённых влагозапасов от инструментально измеренных в метровом и полуметровом слое почвы под посевами люцерны в период вегетации составляют не более 10%.

По результатам исследований получено репрезентативные временные ряды запасов влаги для определения характерных лет за естественным увлажнением под посевами люцерны. По проведенным расчетам установлено, что увеличение периода наблюдений не является предпосылкой его репрезентативности. Выявлено, что 22-летний период (1966-1987 гг.) является репрезентативным по сравнению с 68-летним (1948-2015 гг.). Результаты расчетов орошаемых норм люцерны обобщены в виде карт многолетнего пространственного распределения ресурсов почвенной влаги отдельно для лет нормативной 75% -й и 95% -й обеспеченности под посевами фуражной и семенной люцерны.

На основании разработанных режимов орошения исследуемой культуры определен коэффициент абсорбции поливной воды и его изменение в течение вегетационного периода. Доказано, что колебания этого показателя в течение вегетационного периода характеризуется высокой амплитудой: в начале поливного периода он составляет в среднем 0,75, а в конце - уменьшается до 0,15. По результатам проведенных расчетов установлено, что в среднем при проведении поливов люцерны за водосберегающим методом необходимо на 25% меньше поливной воды по сравнению с водосберегающими оросительными нормами, рекомендованными в ГСН.

В производственных условиях для планирования и оперативного управления орошением на уровне поля и севооборота целесообразно использовать фрагментарный гидрограф для контроля за динамикой содержания влаги в почвенной толще, а также разработанные корреляционно-регрессионные модели, позволяющие сократить объем оросительных норм на 42,9-58,8%. Установлено, что Также использование расчетного режима орошения при выращивании люцерны, имеет экономические и энергетические преимущества.

**Ключевые слова:** почвенные влагозапасы, водосберегающий режим орошения, репрезентативный период, люцерна, агрогидрометеорологический метод, фрагментарный гидрограф, цикл влажности, модульный коэффициент, интегральная кривая.

## SUMMARY

**Zaporozhchenko V.Yu. Developing water saving irrigation regimes of the alfalfa in the Steppe and Forest Steppe Zones of Ukraine. - Qualifying scientific work on the manuscript.**

Thesis for a degree in agricultural sciences (PhD) in specialty 06.01.02 - agricultural reclamation. - Dnipropetrovs'k State University Agro-Economic, Dnipro, 2017; Kherson State Agrarian University, Kherson, 2017.

The research obtained representative time series of water reserves to determine specific years for natural moisture under crops of alfalfa. According to calculations conducted found that increasing the observation period is not a prerequisite for its representation. Revealed that 22-year period (1966-1987) is representative compared to the 68 years (1948-2015). The calculation results are irrigated alfalfa norms summarized in the form of maps multi spatial distribution of soil moisture resources separately for years regulatory is 75% and 95% availability during is fodder crops and seed alfalfa. Based on the developed irrigation regimes studied culture defined absorption coefficient of irrigation water and its change during the growing season. Proved that the fluctuations in this indicator during the growing season characterized by high amplitude, at the beginning of irrigation period, he is an average of 0.75, and in the end - is reduced to 0.15. The results of calculations found that on average during the irrigation of alfalfa for water-saving method need 25% less irrigation water compared to water-saving irrigation standards recommended in the DBN.

**Key words:** water supply in soil, water-saving irrigation regime, representative period, alfalfa, hydroagrometeorological method, fragmentary hydrograph, humidity cycle, the modular ratio, integral curve.

Підписано до друку « 20 » листопада 2017 р. Формат 60x84 1/20  
Папір офсетний. Друк різнографія. Гарнітура Times New Roman.  
Умовн. друк. арк. 0,9. Наклад 100 прим.

Віддруковано з готових оригінал-макетів у видавничому центрі “Колос”  
*Свідоцтво про реєстрацію ХС №6 від 12 жовтня 2000 року.*  
73006, Україна, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23.  
тел.: (0552)-41-44-32.