



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-50

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт  
з навчальної дисципліни

“Екологія ґрунтів з основами рекультивації  
земель” студентами спеціальності  
201 “Агрономія” денної форми навчання

Рекомендовано науково-  
методичною комісією зі  
спеціальності 201 “Агрономія”.  
Протокол № 1 від .09.17 р.

Рівне – 2017



Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни “Екологія ґрунтів з основами рекультивації земель” студентами спеціальності 201 “Агрономія” денної форми навчання / Трушева С.С. – Рівне: НУВГП, 2017. – 28 с.

**Укладач:** С.С.Трушева, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

**Відповідальний за випуск:** С.С.Трушева, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, в. о. завідувача кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

## З М І С Т

	стр.
<b>Практична робота № 1.</b> Розрахунок допустимих ерозійних втрат ґрунту .....	3
<b>Практичні роботи №№ 2-3.</b> Агроекологічні наслідки водної ерозії ґрунтів .....	5
<b>Практична робота № 4.</b> Оцінка виносу біогенних речовин поверхневим стоком .....	7
<b>Практична робота № 5.</b> Розрахунок об'ємів переводу поверхневого стоку в ґрунт і допустимого стоку на ріллі .....	10
<b>Практична робота № 6.</b> Розрахунок часу замулення малої водойми (ставка) .....	12
<b>Практична робота № 7.</b> Розрахунок нестачі водоспоживання сільськогосподарських культур .....	15
<b>Практична робота № 8.</b> Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від ферменного біогеоценозу .....	18
<b>Практична робота № 9.</b> Уточнення розмірів СЗЗ .....	22
<b>Практична робота № 10.</b> Оцінка продуктивності агроценозів .....	24
Література .....	28
Додатки .....	29



## Практична робота № 1. РОЗРАХУНОК ДОПУСТИМИХ ЕРОЗІЙНИХ ВТРАТ ҐРУНТУ

**Мета роботи:** ознайомитися з сучасними методичними підходами до розрахунку допустимих ерозійних втрат ґрунту.

На даний час запропонований ряд підходів до оцінки допустимих ерозійних втрат ґрунту. За допустимі втрати ґрунту в результаті змиву частіше за все приймається рівень втрат, що відповідає швидкості ґрунтоутворення. Відсутність достатньо точних методів визначення швидкості культурного ґрунтоутворення призводить до того, що допустимі втрати зазвичай оцінюють за швидкістю природного ґрунтоутворення з введенням досить приблизних поправок на антропогенний фактор. В результаті значення допустимих втрат варіюють у досить широкому діапазоні навіть для одного й того ж ґрунту, а їх застосування не гарантує збереження земельних ресурсів.

Ерозія ґрунтів характеризується кумулятивним ефектом, тобто накопиченням несприятливого впливу на ґрунт, а також його втратами з року в рік від стоку талих та зливових вод, що в решті решт, може призвести до деградації агроландшафту. Тому важливо нормувати силу ерозійного впливу на агроландшафт.

Під **допустимими ерозійними втратами ґрунту** розуміється *максимальна швидкість щорічних ерозійних втрат, котра дозволяє зберегти необмежено довго високий рівень родючості ґрунту.*

Допустимий змив ґрунту  $dM$  (т/га за рік) розраховується за формулою:

$$dM = \frac{M_z + M_n}{2 \cdot S_n} \cdot \frac{Z_c}{Z_u} \cdot \frac{C_z}{C_\phi}, \quad (1.1)$$

де  $M_z$  – зональний середньобаторічний змив ґрунту з зябу, т/га;  $M_n$  – середньобаторічний зливовий змив ґрунту з чистого пару, т/га;  $S_n$  – параметр, що залежить від типу ґрунту;  $Z_c, Z_u$  – відповідно запаси гумусу в ґрунті на еродованій ріллі та на цілині, т/га;  $C_z/C_\phi$  – співвідношення гумінових і фульвокислот в горизонті Н на ріллі.



Середньобагаторічний зливовий змив ґрунту з чистого пару  $M_n$  (т/га) визначається за рівнянням:

$$M_n = 5,9 \cdot i, \quad (1.2)$$

де  $i$  – максимальна 30-ти хвилинна інтенсивність зливових опадів 50%-ної забезпеченості, мм/хв.

Запаси гумусу знаходять за формулою:

$$Z = \Gamma \cdot d \cdot z, \quad (1.3)$$

де  $\Gamma$  – вміст гумусу, %;  $d$  – щільність складення ґрунту, г/см<sup>3</sup>;  $z$  – потужність гумусового горизонту, см.

Для чорноземних і сірих лісових ґрунтів Лісостепу рівняння регресії для розрахунку  $C_z/C_\phi$  наступне:

$$C_z / C_\phi = 0,167 \Gamma_c + 0,34 \quad r = 0,96 \pm 0,01, \quad (1.4)$$

де  $\Gamma_c$  – вміст гумусу на ріллі, %;  $\Gamma_u$  – вміст гумусу на цілині, %;  $r$  – коефіцієнт кореляції і його похибка.

Для розрахунку допустимих ерозійних втрат ґрунту  $J_{deg}$  (мм/рік) запропонована наступна формула:

$$J_{deg} = \varepsilon \cdot H / 100 \cdot T \cdot K_n, \quad (1.5)$$

де  $H$  – потужність гумусового горизонту ґрунту, мм;  $\varepsilon$  – точність її вимірювання, %;  $T=50$  років – час, протягом якого гарантується збереження наявної потужності гумусового горизонту;  $K_n=1,4$  – коефіцієнт надійності, котрий показує, що з ймовірністю 95% за 50 років середньобагаторічна інтенсивність змиву ґрунту не перевищить допустимого значення.

### З а в д а н н я

1. Визначити допустимі втрати сірого лісового ґрунту в результаті ерозії від стоку талих і зливових вод на схилі південної експозиції.

*Вихідні дані:* ґрунти схилу – сірі лісові середньосуглинкові. Зона Лісостепу.  $S_n=1,13$ . Незмиті ґрунти:  $\Gamma_c=3,2\%$ ;  $z_c=51$  см;  $d=1,27$  г/см<sup>3</sup>. Слабозмиті ґрунти:  $\Gamma_c=2,3\%$ ;  $z_c=42$  см;  $d=1,36$  г/см<sup>3</sup>. Середньозмиті ґрунти:  $\Gamma_c=1,8\%$ ;  $z_c=38$  см;  $d=1,45$  г/см<sup>3</sup>. Сильнозмиті ґрунти:  $\Gamma_c=1\%$ ;  $z_c=21$  см;  $d=1,57$  г/см<sup>3</sup>. Щільність складення ґрунту на цілині  $d=1,1$  г/см<sup>3</sup>;  $z_u=60$  см;  $\Gamma_u=4,2\%$ . Середньобагаторічний змив ґрунту з зябу  $M_s=7,4$  т/га.  $i=0,49$  мм/хв.



2. Визначити допустимі ерозійні втрати ґрунту, виходячи з вихідних даних. *Вихідні дані:* Ґрунти – чорноземи типові середньосуглинкові ( $H=800$  мм); темно-сірі лісові середньосуглинкові ( $H=600$  мм).  $\varepsilon =5\%$ . Розрахунки представити у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Допустимі ерозійні втрати ґрунтів

Ступінь змитості ґрунту	Втрати гумусового шару від еталону, %	Чорноземи типові середньосуглинкові		Темно-сірі лісові середньосуглинкові	
		$H, \text{мм}$	$J_{\text{доп}}, \text{мм/рік}$	$H, \text{мм}$	$J_{\text{доп}}, \text{мм/рік}$
Незмиті	0-5				
Слабозмиті	5-25				
Середньозмиті	25-50				
Сильнозмиті	50-75				
Дуже сильно змиті	75-100				

Практичні роботи №№ 2-3. **АГРОЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ**

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою розрахунку балансу гумусу різномитих ґрунтів та визначення потреби в органічних добривах для забезпечення бездефіцитного балансу органічної речовини..

У результаті ерозії знижується родючість ґрунтів, відбувається інтенсивне замулення річкових долин, русел річок, джерел, водойм, погіршується якість вод внаслідок забруднення біогенними елементами, а господарства недоотримують значну кількість продукції з еродованих земель.

На землях, що зазнають руйнівної дії водної ерозії, втрати органічної речовини зростають до 1 т/рік. За рахунок ерозії потужність гумусового горизонту на слабозмитих чорноземах зменшується в середньому на 12-15 см, на середньозмитих – на



30-37 см, на сильнозмитих – на 43-55 см. Змив 5 см повнопрофільного ґрунту означає недобір 2-3 ц/га пшениці.

Провідна роль в стабілізації родючості змитих ґрунтів належить органічним добривам, потреба котрих розраховується на бездефіцитний баланс гумусу (т/га) в сівозміні:

$$D_{\text{б}} = U_n \cdot K_o \cdot K_e \cdot K_y - (Z \cdot K_m \cdot \gamma + P_e), \quad (2.1)$$

де  $U_n$  – запланована урожайність, т/га;  $K_o$  – коефіцієнт накопичення стерньово-корневих решток;  $K_e$  – коефіцієнт накопичення сухої речовини і її гуміфікації;  $K_y$  – коефіцієнт зниження урожайності на ґрунтах різного ступеня змитості;  $Z$  – запаси гумусу в орному шарі ґрунту, т/га;  $K_m$  – коефіцієнт мінералізації гумусу;  $\gamma$  – коефіцієнт зменшення втрат гумусу в результаті застосування ґрунтозахисного обробітку ґрунту:  $\gamma=0,8$  – плоскорізний обробіток;  $\gamma=0,77$  – мінімальний обробіток;  $\gamma=1$  – відвальна оранка;  $P_e$  – річні втрати гумусу від ерозії ґрунтів, т/га.

Річні втрати гумусу (т/га) від ерозії ґрунтів розраховують за формулою:

$$P_e = \frac{(M_m + M_3) \cdot F_e \cdot \Gamma}{100 \cdot F}, \quad (2.2)$$

де  $M_m, M_3$  – відповідно змив ґрунту від стоку талих і зливових вод, т/га;  $F_e$  – площа еродованих земель, га;  $\Gamma$  – вміст гумусу в орному шарі ґрунту, %;  $F$  – площа робочої ділянки, га.

### З а в д а н н я

1. Розрахувати баланс гумусу сірого лісового різнозмитого ґрунту в зернопаропросапній сівозміні і визначити потребу в органічних добривах, виходячи з вихідних даних.

*Вихідні дані:* робоча ділянка – схил південної експозиції. Сівозміна: пар чорний – озима пшениця – цукровий буряк – ячмінь. Запаси гумусу в шарі 0-20 см: незмиті ґрунти – 81,2 т/га; слабозмиті – 62,4 т/га; середньозмиті – 52,2 т/га; сильнозмиті – 31,4 т/га. Запланована урожайність озимої пшениці – 3,6 т/га; цукрового буряку – 32 т/га; ячменю – 2,5 т/га. Річні втрати гумусу в результаті ерозії розрахувати в формі табл. 2.1.



Таблиця 2.1

Розрахунок річних втрат гумусу в результаті ерозії

Агрофон, культура, $F$ , га	Змитість ґрунту	$G$ , %	$F_e$ , га	$M_m$ , т/га	$M_z$ , т/га	$P_e$ , т/га
1	2	3	4	5	6	7
Пар, 224	Незмиті	3,2	50	2,3	0,8	
	Слабозмиті	2,3	45	12,1	4,2	
	Середньозмиті	1,8	59	37	12,7	
	Сильнозмиті	1	70	73,8	25,5	
Озима пше- ниця, 220	Незмиті	3,2	51	1,7	0,1	
	Слабозмиті	2,3	49	8,7	0,7	
	Середньозмиті	1,8	55	26,5	2,2	
	Сильнозмиті	1	65	53	4,3	
Цукровий буряк, 210	Незмиті	3,2	45	2,3	0,5	
	Слабозмиті	2,3	42	12,1	2,8	
	Середньозмиті	1,8	52	37	8,6	
	Сильнозмиті	1	71	73,8	17,3	
Ячмінь, 215	Незмиті	3,2	47	2,3	0,1	
	Слабозмиті	2,3	46	12,1	0,7	
	Середньозмиті	1,8	56	37	2,2	
	Сильнозмиті	1	66	73,8	4,3	

Розрахунок балансу гумусу в зернопаропросапній сівозміні представити в формі таблиці (Додаток А).

#### Практична робота № 4. ОЦІНКА ВІНОСУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН ПОВЕРХНЕВИМ СТОКОМ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою визначення величини виносу біогенних речовин твердим і рідким стоком.

За тривалого застосування великих доз мінеральних добрив винос біогенних речовин поверхневим стоком зростає внаслідок їх накопичення в орному шарі ґрунту. Величина виносу біогенних речовин рідким і твердим стоком визначається за величиною стоку води, змиву ґрунту і вмісту в них біогенних речовин.



Винос біогенних речовин з рідким стоком  $P_c$  (кг) визначається за формулою:

$$P_c = 0,001 \cdot H \cdot F \cdot K_{ac} \cdot (a_c \cdot D_n \cdot + v_c \cdot D_o) , \quad (4.1)$$

де  $H$  – шар стоку талих і зливових вод, м<sup>3</sup>/га;  $F$  – площа робочої ділянки, га;  $K_{ac}$  – коефіцієнт впливу агрофона на концентрацію біогенних елементів у стоці;  $a_c$  – коефіцієнт, що характеризує зміну концентрації біогенних речовин у стоці при зміні їх вмісту в 1 кг ґрунту на 1 мг ( $a_c = 0,144$  – азот;  $a_c = 0,002$  – фосфор;  $a_c = 0,018$  – калій);  $D_n$  – вміст рухомих форм поживних речовин в орному шарі ґрунту, мг/кг;  $v_c$  – показник переходу добрив у стік;  $D_o$  – дози мінеральних і органічних добрив, кг/га д.р.

Шар стоку талих і зливових вод ( $H$ , м<sup>3</sup>/га) визначається:

$$H = H_m + H_z , \quad (4.2)$$

де  $H_m$  – шар стоку талих вод, м<sup>3</sup>/га;  $H_z$  – шар стоку зливових вод, м<sup>3</sup>/га.

Розрахунок шару стоку талих вод 10%-ної забезпеченості здійснюється за формулою:

$$H_m = h \cdot n_c \cdot \varphi \cdot e \cdot p_c , \quad (4.3)$$

де  $h$  – середньобогаторічний стік талих вод з зябу або ущільненої ріллі, мм;  $n_c$  – поправка на тип (підтип) ґрунту;  $\varphi$  – коефіцієнт, що характеризує вплив на стік степені еродованості орних ґрунтів:  $\varphi = 0,94$  – незмиті і слабозмиті;  $\varphi = 1$  – середньозмиті;  $\varphi = 1,1$  – сильнозмиті;  $e$  – коефіцієнт урахування впливу на стік експозиції схилу:  $e = 1,25$  – північна;  $e = 0,75$  – південна;  $e = 1,12$  – північно-західна та північно-східна;  $e = 0,88$  – південно-східна та південно-західна;  $e = 1$  – західна та східна;  $p_c$  – ординати кривої забезпеченості.

Під **забезпеченістю стоку води** (або змиву ґрунту) розуміється їх повторюваність на протязі певного періоду, що виражається в % від розрахункової кількості років. Так, 10%-на забезпеченість означає, що цей або більший стік (змив) може спостерігатися 1 раз в 10 років.

Стік зливових вод 10%-ної забезпеченості визначається за формулою:

$$H_z = 0,3 \cdot i \cdot \alpha \cdot I \cdot a_z , \quad (4.4)$$



де  $i$  – максимальна 30-ти хвилинна інтенсивність злив 10%-ної забезпеченості, мм/хв;  $\alpha$  – коефіцієнт переходу від інтенсивності опадів до шару зливого стоку 10%-ної забезпеченості:  $\alpha = 0,73$  – сірі лісові і дерново-підзолисті ґрунти;  $\alpha = 0,38$  – чорноземи і каштанові ґрунти;  $a_3$  – параметр, що враховує вплив на зливовий стік виду агрофону:  $a_3 = 0,12$  – перелogi;  $a_3 = 1$  – культури суцільного посіву;  $a_3 = 2,2$  – просапні;  $I$  – середньозважений ухил схилу, ‰.

Винос біогенних речовин з твердим стоком (кг) визначається за формулою:

$$P_m = 0,001 \cdot M \cdot F \cdot K_{am} \cdot (a_m \cdot D_n + \epsilon_m \cdot D_o), \quad (4.5)$$

де  $M$  – змив ґрунту від талого й зливого стоку, т/га;  $K_{am}$  – коефіцієнт, що характеризує вміст біогенних речовин у твердому стоці в залежності від агрофону;  $a_m$  – коефіцієнт, що характеризує вміст біогенних елементів у твердому стоці в залежності від вмісту в ґрунті ( $a_m = 1$  – азот;  $a_m = 1,2$  – фосфор;  $a_m = 1$  – калій);  $\epsilon_m$  – показник, що характеризує збільшення вмісту біогенних речовин у твердому стоці від застосування 1 кг/га д.р. добрив ( $\epsilon_m = 0,06$  – азот;  $\epsilon_m = 0,39$  – фосфор;  $\epsilon_m = 0,13$  – калій).

За період сівозміни  $T$  (роки) винос біогенних елементів (кг) знаходять за співвідношенням:

$$P_{сев} = \sum P_{с,m} / T \quad (4.6)$$

Загальний винос (кг) визначається як сума виносу однойменних елементів з рідким та твердим стоком:

$$P_з = P_c + P_m \quad (4.7)$$

### З а в д а н н я

1. Визначити винос біогенних речовин з твердим і рідким стоком з зябу, виходячи з вихідних даних (Додаток Б). Розрахунки провести в формі таблиці (Додаток В).

2. Спрогнозуйте наслідки для водного об'єкту надходження біогенних речовин у розрахованій кількості.



## Практична робота № 5. РОЗРАХУНОК ОБ'ЄМІВ ПЕРЕВОДУ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ В ҐРУНТ І ДОПУСТИМОГО СТОКУ НА РІЛЛІ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою визначення оптимальних об'ємів переводу стоку талих і зливових вод в ґрунт для забезпечення формування високого врожаю.

Сучасний середньобогаторічний стік талих вод із зябу варіює від 5 до 70 мм, а з ущільненої ріллі складає 20-90 мм. Якщо врахувати, що в багатоводні, наприклад, із забезпеченістю 10%, роки стік талих вод перевищує в 1,4–2,8 разів середньобогаторічний, то величезна кількість талої води безкорисно уходить з ріллі, обумовлюючи дефіцит вологи в ґрунті, котрий призводить до значних коливань урожайності культур по роках. Щоб раціонально зарегулювати (оптимізувати) поверхневий стік, важливо обґрунтувати:

- 1 - оптимальні об'єми затримання на ріллі і переводу в кореневмісний шар ґрунту стоку талих і зливових вод;
- 2 – величини допустимого талого і зливого стоку на різних типах ґрунтів і агрофонах.

У ґрунт треба переводити таку кількість вологи (стоку), котрої необхідно для підтримання його зволоження на рівні оптимального (0,6ПВ) значення, що забезпечує формування високого врожаю. Виконати цю умову в вегетаційний період за рахунок зливого стоку, як правило, не вдається по причині малих величин цього стоку (2-12 мм) і значного дефіциту вологи в ґрунті. Під час сніготанення запаси води в сніговій масі зазвичай перевищують дефіцит вологи в ґрунті. Проблема полягає в тому, щоб визначити, яку частину стоку доцільно перевести в ґрунт.

*Оптимізацію поверхневого схилового стоку слід проводити в тому випадку, коли середньозважений в сівзміні шар стоку талих або зливових вод 10%-ної забезпеченості більше або дорівнює 25 мм, що відповідає максимальній стокорегулюючій ефективності сучасної протиерозійної агротехніки.*



Величина оптимального затримання стоку талих або зливових вод 10%-ної забезпеченості на ріллі і переводу в ґрунт (мм) розраховується за формулою:

$$\Delta h = H \left( \frac{ПВ - W_o}{ПВ - МГ} \right), \quad (5.1)$$

де  $H$  – талий або зливовий стік 10%-ної забезпеченості, мм;  $ПВ$  – повна вологоємність в шарі ґрунту 0-50 см, мм;  $МГ$  – максимальна гігроскопічність ґрунту в шарі 0-50 см, мм;  $W_o$  – фактичні загальні вологозапаси в шарі ґрунту 0-50 см на дату завершення талого або зливого стоку, мм.

Значення  $W_o$  визначаються на основі даних польових спостережень.

Надлишковий стік талих чи зливових вод (мм) на ріллі визначається за рівнянням:

$$y_{nl} = H - \Delta h \quad (5.2)$$

Чим більше надлишковий стік, тим вище інтенсивність ерозії. Тому надлишковий стік необхідно зменшити до допустимих значень. **Під допустимим стоком  $dh$  (мм) розуміються такі його величини, за яких фактичний злив ґрунту не перевищує допустимий.**

Допустимий талий або зливовий стік на ріллі (мм) визначається за формулою:

$$dh = H \left[ 1 - \frac{ПВ - W_o}{ПВ - МГ} \right] \cdot \frac{z_c \cdot G_c}{z \cdot G}, \quad (5.3)$$

де  $z_c, z$  – потужність гумусового горизонту на еродованому ґрунті та ціліні, см;  $G_c, G$  – вміст гумусу в змитому ґрунті та на ціліні, %.

### З а в д а н н я

Визначити оптимальні об'єми переводу стоку талих та зливових вод в сірий лісовий середньосуглинковий різномитий ґрунт і величини допустимого стоку на південному схилі з зерно-паро-просапною сівозміною (пар-озима пшениця-цукровий буряк-ячмінь).



**Вихідні дані.** Стік талих вод в сівозміні:  $H=58,3$  мм (незмиті і слабозмиті ґрунти);  $H=62$  мм (середньозмиті);  $H=68,2$  мм (сильнозмиті ґрунти). Зливовий стік у сівозміні складає:  $H=4,6$  мм (незмиті ґрунти);  $H=8,7$  мм (слабозмиті);  $H=13,3$  мм (середньозмиті);  $H=17,5$  мм (сильнозмиті ґрунти).

У шарі ґрунту 0-50 см  $ПВ=263$  мм,  $МГ=24$  мм, загальні вологозапаси після стоку талих вод  $W_o = 198$  мм.

## Практична робота № 6. РОЗРАХУНОК ЧАСУ ЗАМУЛЕННЯ МАЛОЇ ВОДОЙМИ (СТАВКА)

**Мета роботи:** проаналізувати антропогенні зміни гідросферних функцій ґрунту, що призводять до евтрофування водних об'єктів та ознайомитися з методикою прогнозування часу замулення малих водойм..

З часом ємність улоговини ставка зменшується внаслідок заповнення продуктами ерозії – завислими та захопленими наносами, що містять біогенні речовини. У результаті седиментації збільшується площа дна, де розвиваються водні рослини, тобто збільшується первинна продуктивність і прискорюється заселення ставкової стоячої води макрофітами, в той час як наземна рослинність наступає на береги.

Збільшення біологічної продуктивності водного об'єкта відбувається в результаті накопичення в воді біогенних елементів. Антропогенне надходження біогенів – це етап у розвитку евтрофування водойм, до якого в подальшому долучаються внутрішні біологічні процеси. В одних водоймах (і таких більшість) основною причиною евтрофування є надходження біогенів з водозбірної площі (зовнішнє біогенне навантаження), в інших – виділення біогенів з донних відкладів (внутрішнє біогенне навантаження).

Основною ознакою евтрофування є зміна співвідношення між двома формами водних рослин: бентосної (рослинами, що вкоренилися на дні) і фітопланктонної, представленої багатьма



видами водоростей. Проявленням евтрофування є цвітіння води за рахунок синьо-зелених водоростей.

Розрахунок замулення полягає в визначенні тієї частини наносів, котра буде щорічно осаджуватися в ставку. Він проводиться для водойми з урахуванням зменшення її об'єму із року в рік по мірі замулення. Розрахунок термінів замулення ставка виконується за припущення, що умовне замулення ставка ( $T_y$ ) менше 50 років. Якщо  $T_y$  менше 50 років, то розрахунок терміну замулення обмежується цим періодом.

Показник умовного замулення ставка встановлюється за співвідношенням:

$$T_y = \frac{V_e}{w_r}, \quad (6.1)$$

де  $V_e$  - проектний об'єм ставка,  $m^3$ ;  $w_r$  - об'єм наносів, котрий щорічно надходить до водойми,  $m^3$ .

Взаємозв'язок між відносною наносотримуючою здатністю водойми  $P_a$  і його відносною ємністю  $W$  наведений в табл.6.1.

Таблиця 6.1

Відносна наносотримуюча здатність водойм ( $P_a$ ) за їх різної відносної ємності

Площа водозбору, $km^2$	Відносна ємність, $W$								
	0,025	0,05	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,95	1
5 – 8	0,03	0,06	0,11	0,32	0,58	0,78	0,87	0,96	1
30 – 40	0,04	0,06	0,12	0,4	0,65	0,85	0,95	1	1

З метою встановлення часу замулення необхідно знайти параметр  $w_r$  в формулі 6.1. Для цього визначаємо витрату води ( $m^3/c$ ), що надходить до ставка:

$$Q = \frac{q_c \cdot F}{1000}, \quad (6.2)$$

де  $q_c$  – середній річний стік води, л/с  $km^2$ ;  $F$  – водозбірна площа ставка,  $km^2$ .

Об'єм води ( $m^3$ ), що надходить до ставка за рік, розраховується за виразом:

$$W_q = Q \cdot \tau, \quad (6.3)$$



де  $\tau$  – число секунд в році,  $\tau = 31,5 \cdot 10^6$  с.

Витрата наносів (кг/с), що надходять до ставка, розраховується за формулою:

$$R_n = (Q \cdot p_m \cdot k_r) / 1000, \quad (6.4)$$

де  $p_m$  – середня річна каламутність води, г/м<sup>3</sup>;  $k_r$  – поправочний коефіцієнт для переходу від зональної величини середньої річної каламутності річок до каламутності малих (тимчасових) водотоків.

Таблиця 6.2

Значення поправочних коефіцієнтів  $k_r$

Площа водозбору (F), км <sup>2</sup>	2	5	10	50	100	500
Значення $k_r$	40	20	13	5	3	1

За рік у ставку акумулюється наносів (т):

$$P_r = R_n \cdot \tau, \quad (6.5)$$

а з урахуванням щільності наносів у водойму надійде:

$$w_r = \frac{P_r}{d_n}, \quad (6.6)$$

де  $d_n$  – щільність наносів, т/м<sup>3</sup>.

### З а в д а н н я

Розрахувати час замулення ставка, розташованого в степовій зоні України, виходячи з вихідних даних. Розрахунок часу замулення ставка здійснити в формі табл. 6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок часу замулення ставка ( $T_y$ , років)

T, років	$V_s$ , тис.м <sup>3</sup>	Відносна ємність ставка $W_{від} = V_s / W_q$	$P_a$	Щорічні відклади в ставку		Показник корисного об'єм ставка $(V_s - w_r) /$ $V_{s,поч}$
				$P_r' = P_a \cdot P_n$ , тис.т	$w_r = P_r' / d_n$ , тис.м <sup>3</sup>	
1						
.						
.						
n						



*Вихідні дані:* площа водозбору  $F=18,5 \text{ км}^2$ ; проектний об'єм ставка  $V_0=253700 \text{ м}^3$ ;  $q_c=0,5 \text{ л/с км}^2$ ;  $p_m=5000 \text{ г/м}^3$ ;  $d_n=0,7 \text{ т/м}^3$ .

## Практична робота № 7. РОЗРАХУНОК НЕСТАЧІ ВОДОСПОЖИВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

*Мета роботи:* проаналізувати антропогенні зміни гідросферних функцій ґрунту, що призводять до нестачі водоспоживання сільськогосподарських культур.

У природних умовах рослини не завжди отримують достатню кількість вологи для того, щоб підтримувався режим оптимального водоспоживання. **Водоспоживання** – це об'єм води (в мм або  $\text{м}^3/\text{га}$ ), що витрачається сільськогосподарським полем на транспірацію рослинами і випаровування з ґрунту.

Сумарне випаровування обмежене ресурсами вологи в ґрунті, врожай же не досягає максимального значення. Нестача водоспоживання  $D_w$  (мм) представляє собою різницю між оптимальним і фактичним випаровуванням і чисельно дорівнює тій кількості вологи, котру необхідно дати додатково (зрошенням) рослинам для забезпечення їх розвитку в оптимальних умовах:

$$D_w = B - E, \quad (7.1)$$

де  $B$  – оптимальне водоспоживання (сумарне випаровування), мм;  $E$  – фактичне випаровування, мм.

Під оптимальним водоспоживанням розуміється сумарне випаровування, що забезпечує найбільшу біологічну продуктивність:

$$B = \beta - I, \quad (7.2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що залежить від виду сільськогосподарської культури;  $I$  – випаровуваність, мм.

Випаровуваність визначається за даними щодо нестачі насичення повітря водяною парою  $\Delta e$  (мб) з використанням номограми за місячні інтервали часу. Сумарне (фактичне)



випаровування в формулі 7.1 визначається методом водного балансу за рівнянням:

$$E = x_e - H_z + (W_n - W_k) + k - I_{in} \quad , \quad (7.3)$$

або за рівнянням:

$$E = x_e - H_z + \Delta W + k - I_{in} \quad , \quad (7.4)$$

де  $x_e$  – опади в вегетаційний період, мм;  $H_z$  – стік зливових вод, мм;  $W_n$ ,  $W_k$  – початкові і кінцеві вологозапаси в кореневмісному (0-100 см) шарі ґрунту відповідно, мм;  $k$  – надходження вологи в шар ґрунту 0-100 см з глибоких шарів зони аерації, мм;  $I_{in}$  – інфільтрація в шарі ґрунту 0-100 см в більш глибокі горизонти, мм;  $\Delta W$  – зміна вологозапасів в ґрунті за розрахунковий період, мм.

Параметри  $k$  та  $I_{in}$  за глибокого залягання ґрунтових вод (> 3 м) дорівнюють нулю.

При розрахунку сумарного випаровування за рівнянням 7.3 враховується тільки та частина випаровування, котра відбувається за продуктивних вологозапасів в ґрунті більше нижньої межі оптимального продуктивного вологозапасу  $W_{но}$  (мм), що розраховується за формулою:

$$W_{но} = \phi_p \cdot HB - BB \quad , \quad (7.5)$$

де  $\phi_p$  – коефіцієнт, що залежить від фази розвитку рослин (табл.7.1);  $HB$  – найменша (польова) вологоємність ґрунту, мм;  $BB$  – вологість в'янення рослин, мм.

Таблиця 7.1

Значення показника  $\phi_p$  для обрання  $W_{но}$

Характеристика засоленості ґрунтів	Фази розвитку рослин				
	до посіву	сходи – кушніня	вихід у трубку – колосіння	цвітіння – час, коли наливається зерно	воскова стиглість
Незасолені і слабозасолені	0,75	0,7	0,65	0,65	0,6
Засолені	0,82	0,8	0,8	0,8	0,7

Різні варіанти використання параметра  $\Delta W$  при розрахунку випаровування за формулою 7.4 наведені в табл. 7.2.



Таблиця 7.2

Способи обліку зміни вологозапасів ( $\Delta W$ , мм) при розрахунку випаровування

Значення $W_n$ та $W_k$	Способи обліку $\Delta W$ в формулі 7.4	Примітка
$W_n > HB$ ; $W_k < HB$	$\Delta W = HB - W_k$	Враховується лише частина вологозапасів, від $HB$ і нижче
$W_n > W_{но}$ ; $W_k > W_{но}$	$\Delta W = W_n - W_k$	- " - " - " - " - "
$W_n > W_{но}$ ; $W_k < W_{но}$	$\Delta W = W_n - W_{но}$	Враховуються тільки вологозапаси в діапазоні оптимального зволоження ґрунту
$W_n < W_{но}$ ; $W_k < W_{но}$	$\Delta W$ не враховується	Волога марно витрачається для розвитку рослин

**З а в д а н н я**

Розрахувати нестачу водоспоживання ярої пшениці в середньо маловодний рік 75%-ної забезпеченості за період вегетації. Глибина залягання ґрунтових вод – 3,4 м.

Вихідні дані (табл.7.3): ґрунт – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий.  $HB=319$  мм,  $BB=130$  мм (в шарі ґрунту 0-100 см).

Таблиця 7.3

Значення абіотичних факторів при вирощуванні ярої пшениці

Місяць	Фаза розвитку ярої пшениці	Дефіцит вологості повітря $De$ , мб	Опади, мм	Продуктивні вологозапаси, мм	
				$W_n$	$W_k$
Квітень	Посів	3	20	151	158
Травень	Сходи – 3-й листок – куціння	6,9	28	143	119
Червень	Вихід у трубку – колосіння – цвітіння	8,7	39	98	62
Липень	Молочна стиглість-воскова стиглість	8,4	42	48	39



## Практична робота № 8. РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ ВІД ФЕРМЕННОГО БІОГЕОЦЕНОЗУ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою розрахунку об'ємів викидів забруднюючих речовин в атмосферу від тваринницького комплексу та спрогнозувати наслідки цього забруднення для біосфери.

**Ферментний біогеоценоз** – це природно-технічна система, що складається з сільськогосподарських тварин і середовища їх існування в формі тваринницької ферми або промислового комплексу. Життєдіяльність і продуктивність тварин, як правило, визначається абіотичними факторами ферментного біогеоценозу.

Атмосферне повітря приймає участь в процесах дихання тварин. Так, за добу кінь пропускає через легені 86 тис. л повітря, баран вагою 100 кг – 20 тис. л. Тварини виділяють тепло, водяну пару, вуглекислий газ, аміак, сірководень, пил.

У свинокомплексі, що вентилюється, концентрація аміаку зазвичай складає  $3,5 \cdot 10^{-3}\%$ , без вентиляції – до  $1,76 \cdot 10^{-2}\%$ . Концентрація 0,5% спричиняє у свиней задуху. У свинокомплексі, що вентилюється, концентрація вуглекислого газу – 0,6-1,8%, а без вентиляції досягає 4%. Концентрація  $\text{CO}_2$ , що становить приблизно 10%, спричиняє задуху, а смерть настає при 25% і більше.

Сірководень – токсичний газ. У приміщеннях, що вентилюються, концентрація сірководню складає  $10^{-6}\%$ . Без вентиляції, протягом 6 годин, може зрости до  $28 \cdot 10^{-6}\%$ . При концентрації 0,08-0,1% людина втрачає свідомість. Постійне перебування тварин у приміщеннях з концентрацією сірководню до 0,002% викликає, наприклад, у свиней втрату апетиту, знервованість.

Допустима концентрація пилу 1 мг/л. Накопичення шкідливих речовин понад ГДК негативно відбивається на стані тварин, їх апетиті й продуктивності.



Токсичність газів для тварин можна представити у вигляді ряду:  $\text{HCN}$  (ціаніста кислота)  $> \text{H}_2\text{S} > \text{Cl}_2 > \text{SO}_2 > \text{NH}_3$ .

У тваринницькому комплексі на одну тварину має припадати повітря: корова – 20-25 м<sup>3</sup>; молодняк ВРХ – 15-20 м<sup>3</sup>; свиноматка – 20-25 м<sup>3</sup>.

Від тваринницьких ферм неприємні запахи й мікроорганізми можуть поширюватися на значні відстані. Неприємні запахи особливо відчутні у випадку анаеробного бродіння гною, за якого утворюються сірководень, аміак, жирні кислоти, аміни та меркаптани (похідні вуглеводнів і сірководню). Газоподібні продукти розкладу безпідстилкового гною здатні проникати в високі шари атмосфери внаслідок турбулентного перемішування повітря. В атмосферному повітрі під дією різних факторів у мікроорганізмів можуть змінюватися видові ознаки й властивості (морфологічні, біохімічні), в результаті виникають атипичні форми мікробів, котрі спричиняють латентні інфекції, що важко діагностуються. Тому в зоні промислового тваринництва повинні бути передбачені заходи щодо попередження забруднення навколишнього середовища. Перш за все, це забезпечення безпечності гною в епідеміологічному й епізоотологічному відношеннях, зменшення можливості забруднення повітря й поширення забруднюючих речовин аерогенним шляхом.

Основними забруднюючими речовинами є: мікроорганізми, аміак, меркаптани, сірководень, пил хутровий (пух, вовна). Специфіка підприємств по вирощуванню, відгодівлі та утриманню худоби визначається:

а) переважаючим впливом неорганізованих викидів (стави-відстійники, гноєсховища, очисні споруди) – до 99,5% від загального об'єму викидів;

б) нерегулярним характером процесів виділення й утворення забруднюючих речовин, що визначають викиди як від самих тварин, так і від продуктів їхньої життєдіяльності, пов'язаної з діяльністю мікроорганізмів-деструкторів.

Загальні викиди  $i$ -тої забруднюючої речовини (т/рік) складаються з організованих і неорганізованих викидів:

$$M_{zi} = M_{oi} + M_{ni} \quad (8.1)$$



Організовані викиди забруднюючих речовин (т/рік) розраховуються окремо для теплого (понад  $+5^{\circ}\text{C}$ ), перехідного (від  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $-5^{\circ}\text{C}$ ) і холодного (нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ ) періодів року за формулою:

$$M_{oi} = k \cdot m_{oi} \cdot n_t \cdot g, \quad (8.2)$$

де  $k = 31,5$  – коефіцієнт розмірності;  $m_{oi}$  – питомі викиди  $i$ -ої забруднюючої речовини для тварин певного виду, що приймають участь в одному технологічному процесі (встановлюються з урахуванням періоду року, чисельності тварин і періодичності видалення гною з приміщення ферми, табл.8.1);  $n_t$  – кількість тварин одного технологічного процесу, голів;  $g$  – середня маса однієї тварини, ц.

Неорганізовані викиди забруднюючих речовин (т/рік) розраховуються для свиногомплексу окремо для кожного періоду року за формулою:

$$M_{ni} = 0,0864 \cdot T_n \cdot m_{ni} \cdot n_t \cdot g, \quad (8.3)$$

де  $T_n$  – кількість днів у розрахунковому періоді року (теплому, перехідному, холодному);  $m_{ni}$  – питомі викиди  $i$ -ої забруднюючої речовини для неорганізованих викидів свиногомплексу (табл.8.2);  $n_t$  – кількість тварин, що утримуються в свиногомплексі;  $g$  – середня маса однієї тварини, ц.

### З а в д а н н я

Розрахувати організовані й неорганізовані викиди забруднюючих речовин в атмосферу від відгодівельного відділення свиногомплексу, виходячи з вихідних даних. Запропонувати заходи для поліпшення екологічної ситуації.

*Вихідні дані:* у свиногомплексі з поголів'ям 12 000 свиней у рік на відгодівлі утримується 4 000 свиней загальною вагою 3067 ц (середня вага однієї свині 76 кг 675 г). Видалення гною з відгодівельного відділення здійснюється щоденно. Тривалість періодів року: теплого – 150 днів; холодного – 120 днів; перехідного – 95 днів.



Таблиця 8.1

Питомі викиди забруднюючих речовин (0,000001 г/с 1 ц живої ваги, крім мікроорганізмів) для свинокомплексів із поголів'ям: А) 12, Б) 24, В) 36 тис. свиней у рік за щоденного видалення гною

Забруднююча речовина	Період	Відгодівля: голів / загальна вага, ц		
		А(4000/3067)	Б(8000/6133)	В(12000/9200)
Мікроорганізми (клітин/с на 1 ц живої маси)	Т	175	190	195
	П	140	155	160
	Х	155	175	180
Аміак	Т	39	41	43
	П	42	44	46
	Х	45	47	49
Меркаптани	Т	4,7	4,7	6,7
	П	5	5	7
Сірководень	Х	5,3	5,3	7,4
	Т	4,1	4,2	4,3
	П	4,4	4,5	4,6
	Х	4,7	4,8	4,9
Пил хутровий (пух, вовна)	Т	40	46	55
	П	30	38	50
	Х	45	44	45

Таблиця 8.2

Питомі викиди забруднюючих речовин (0,000001 г/с 1 ц живої ваги, крім мікроорганізмів) для різних етапів збереження і біологічної очистки свинячого гною із поголів'ям: А) 12, Б) 24, В) 36, Г) 54 тис. свиней у рік за щоденного надходження гною

Забруднююча речовина	Період	Всього за комплексом неорганізованих викидів забруднюючих речовин на 1 ц живої маси			
		А	Б	В	Г
Мікроорганізми (клітин/с на 1 ц живої маси)	Т				10440
	П	6750	7000	6500	6264
	Х				2040
Аміак	Т				5970
	П	2565	3080	2050	3111
	Х				280
Сірководень	Т				2085
	П	1060	1100	1020	1115
	Х				-
Меркаптани	Т				-
	П	1970	2410	1530	-
	Х				-



## Практична робота № 9. УТОЧНЕННЯ РОЗМІРІВ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ

**Мета роботи:** ознайомитися з методикою уточнення розмірів санітарно-захисної зони навколо ферментних біогеоценозів.

Обов'язковою умовою сучасного промислового проектування є впровадження передових ресурсозберігаючих, безвідходних і маловідходних технологічних рішень, що дозволяють максимально скоротити надходження шкідливих хімічних або біологічних

компонентів викидів в атмосферу, ґрунт і водойми, попередити або знизити вплив фізичних факторів до гігієнічних нормативів і нижче.

Підприємства, групи підприємств, їх окремі будівлі й споруди з технологічними процесами, котрі є джерелами негативного впливу на середовище існування і здоров'я людини, необхідно відокремлювати від житлової забудови санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Це стосується й тваринницьких ферм та комплексів.

**СЗЗ** – це територія навколо ферми, тваринницького комплексу, підприємств та установ біологічного профілю, вільна від житлових будівель, на якій заборонено проїзд транспорту, випас і водопій худоби.

СЗЗ встановлюють від межі території, на якій розташовані будівлі та споруди для утримання худоби, а також від площ гноєсховищ або відкритих складів кормів. Ширина нормативної СЗЗ для тваринницьких ферм ВРХ з поголів'ям до 1000 голів становить 300 м; для свинокомплексів з поголів'ям до 12 тис. голів в рік – 500 м; 12 -54 тис. голів в рік – 1200 м; для відкритих сховищ рідкого гною – 500-2000 м.

Територія СЗЗ призначена для:

- ❖ забезпечення зниження рівня впливу до гігієнічних нормативів, що вимагаються, по всіх факторах впливу за її межами;



- ❖ створення санітарно-захисного бар'єру між територією ферми і територією житлової забудови;
- ❖ організації додаткових озелених площ, що забезпечують екранування, асиміляцію і фільтрацію забруднювачів атмосферного повітря і підвищення комфортності мікроклімату.

СЗЗ для підприємств IV, V класів шкідливості повинна бути максимально озеленена – не менше 60% площі; для підприємств II, III класів – не менше 50%; для підприємств із СЗЗ 1000 м і більше – не менше 40% її території з обов'язковою організацією смуги деревно-чагарникових насаджень з боку житлової забудови.

Розмір СЗЗ має бути збільшений у порівнянні з нормативним за неможливості забезпечення сучасними технічними і технологічними засобами нормативних рівнів за будь-яким фактором впливу.

Протяжність СЗЗ у кожному напрямку від джерела забруднення  $R$  (м) розраховується за формулою:

$$R = R_t \frac{p}{p_n}, \quad (9.1)$$

де  $R_n$  – ширина СЗЗ в залежності від класу шкідливості підприємства, м;  $p$  – повторюваність різних напрямків вітру, %;  $p_n = 12,5\%$  (при 8-румбовій розі вітрів).

Розрахунок розмірів СЗЗ зазвичай виконується для пилу (завислих часток), оксиду сірки, оксиду азоту, оксиду вуглецю та специфічних забруднюючих речовин. Якщо сумарне навантаження забруднюючих речовин на межі СЗЗ перевищує ГДК<sub>мр</sub> (максимально разову), то це є підставою для збільшення нормативних розмірів СЗЗ з урахуванням рози вітрів за окремими напрямками.

### З а в д а н н я

Визначити, чи потребує СЗЗ навколо свиногокмплексу на 12 тис. голів перегляду, виходячи з концентрації забруднюючих речовин, що викидаються даним комплексом (табл.9.1,9.2)? У



разі потреби перегляду розмірів СЗЗ розрахувати і представити у вигляді схеми СЗЗ для свинокомплексу.

Таблиця 9.1

Розрахунок навантаження забруднюючих речовин на межі СЗЗ

Забруднюючі речовини	ГДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	С <sub>і</sub> фон, мг/м <sup>3</sup>	С <sub>і</sub> max, мг/м <sup>3</sup>	(С <sub>і</sub> фон+С <sub>і</sub> max) / ГДК
NO <sub>2</sub>	0,085	0,007	0,14	
NH <sub>3</sub>	0,2	0,05	0,38	
H <sub>2</sub> S	0,008	0,001	0,009	
Пил	0,5	0,07	0,25	

Таблиця 9.2

Роза вітрів, %

Місяць	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
1	7	14	13	15	8	17	16	10
2	7	12	13	17	9	14	16	12
3	9	12	12	13	11	16	15	12
4	9	13	13	16	9	13	15	12
5	12	15	12	12	9	13	12	5
6	14	16	11	10	7	11	15	16
7	14	16	10	9	5	10	17	19
8	12	17	11	9	5	11	17	18
9	11	10	8	8	8	18	20	17
10	7	11	11	12	7	19	18	15
11	5	8	14	23	11	15	15	9
12	5	10	15	18	11	18	16	7
Рік								

## Практична робота № 10. ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ

**Мета роботи:** ознайомитися з сучасними методичними підходами до розрахунку основних агроекологічних категорій продуктивності.

На даний час розвиваються два різних підходи до розрахунку основних агроекологічних категорій продуктивності. Перший з них базується на використанні динамічних моделей формування врожаю, що детально описують процеси росту й розвитку



рослин. Проте цей підхід достатньо складний. Простіше оцінювати величину потенційної урожайності на основі застосування статистичних зв'язків урожаю з ґрунтово-кліматичними показниками. Лімітуючими факторами при цьому виявляються біолого-генетичні особливості рослин і надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР). Як показує досвід, для підвищення точності розрахунків продуктивності необхідно диференціювати надходження ФАР з урахуванням рельєфних умов.

Відмінність  $\Delta t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) в сумах температур повітря ( $> 10^{\circ}\text{C}$ ) на схилах у порівнянні з рівнинними ділянками можна оцінити за формулою:

$$\Delta t = \sum t \cdot \beta \cdot \frac{I^{0,7}}{75 - \omega} \quad , \quad (10.1)$$

де  $\sum t$  – середньорічна сума температур повітря понад  $10^{\circ}\text{C}$  на плакорі;  $\beta=0,4$  (південний схил);  $\beta=0,08$  (західний);  $\beta= -0,35$  (північний);  $\beta = -0,07$  (східний);  $I$  – крутизна схилу в градусах, для рілля  $I=0 - 7^{\circ}$ ;  $\omega$  – широта місцевості в градусах.

З урахуванням фактора рельєфу, потенційна врожайність  $Y_n$  (кг/га) — за оптимальної тепловологозабезпеченості розраховується за формулою:

$$Y_n = \frac{G \cdot K_I \cdot K_{\text{ФАР}}}{q_b \cdot a \cdot (100 - w)} \quad , \quad (10.2)$$

де  $G$  – надходження ФАР за період вегетації культури, млн. ккал/га (табл.10.1);  $K_I$  – коефіцієнт впливу на ФАР експозиції і крутизни схилу:  $K_I = 1+0,01 \cdot I$  – південна експозиція;  $K_I = 1 - 0,013 \cdot I$  – північна експозиція;  $K_I = 1$  (західна та східна експозиції);  $I$  – крутизна схилу, градуси;  $K_{\text{ФАР}}$  – коефіцієнт використання ФАР посівом, % ( $K_{\text{ФАР}} = 2\%$  - цукровий буряк;  $K_{\text{ФАР}} = 1,6\%$  - пшениця;  $K_{\text{ФАР}} = 1,2\%$  - ячмінь);  $q_b$  – калорійність одиниці абсолютно сухої біомаси врожаю, ккал/кг;  $a$  – співвідношення основної продукції до побічної (табл.10.4);  $w$  – стандартна вологість за ДСТУ, % (табл. 10.4).



Таблиця 10.1

Надходження ФАР та калорійність біомаси рослин

Сільськогосподарська культура	Надходження ФАР, млн. ккал/га ( $G$ )	Калорійність біомаси, ккал/кг ( $q_0$ )
Ячмінь	2342	4480
Озима пшениця	2450	4500
Овес	2441	4393
Картопля	2656	4382
Цукровий буряк	3000	4400
Кукурудза (зерно)	1892	4200
Жито озиме	2440	4500

У формулі 10.2 надходження ФАР (ккал/га) за період вегетації конкретної сільськогосподарської культури можна розрахувати за рівнянням:

$$G = 10^5 \cdot \sum (c + b \cdot t_m \cdot d), \quad (10.3)$$

де параметри  $c$ ,  $b$ ,  $d$  – константи (табл.10.2,10.3);  $t_m$  – місячна сума температур повітря понад  $5^\circ\text{C}$  (встановлюється за кліматичними довідниками).

Таблиця 10.2

Значення параметрів  $c$  і  $b$

Параметри	Місяць						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
$c \cdot 10^{-1}$	32,11	26,31	25,64	23,2	18,73	16,3	13,83
$b \cdot 10^{-3}$	11,3	9,26	9,03	8,16	6,59	5,73	4,87

Таблиця 10.3

Значення параметра  $d$

Культура	Значення параметра $d$						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озима пшениця	0,5	1	1	0,5	-	1	0,39
Озиме жито	0,5	1	1	0,5	-	1	0,39
Яра пшениця	0,33	1	1	1	0,32	-	-
Ячмінь	0,33	1	1	1	-	-	-
Просо	-	0,5	1	1	1	-	-
Гречка	-	0,5	1	1	0,8	-	-
Овес	0,5	1	1	0,65	-	-	-
Горох	0,33	1	1	-	-	-	-



продовження табл. 10.3

Кукурудза(силос)	-	0,65	1	1	0,6	-	-
Цукровий буряк	0,17	1	1	1	1	0,5	-
Картопля	-	1	1	1	1	-	-
Однорічні трави	0,33	1	0,67	-	-	-	-
Багаторічні трави	0,5	1	0,5	1	0,65	-	-

Таблиця 10.4

Стандартна вологість сільськогосподарських культур та значення коефіцієнта **a**

Культура	Стандартна вологість, %	Співвідношення основної продукції до побічної	Коефіцієнт <b>a</b>
Картопля (бульби)	80	1:1	2
Картопля (бадилля)	85	1:1	2
Кукурудза (силос)	75-80	1:1	2
Буряк (коренеплоди)	75	1:0,5	1,5
Буряк (гичка)	85	1:0,5	1,5
Вико-овес	65	1:0,5	1,5
Озиме жито	14	1:2	3
Ячмінь	14	1:1,3	2,3
Овес	14	1:1,1	2,1
Озима пшениця	14	1:1,5	2,5
Зернові ярі	14	1:1	2

### З а в д а н н я

1. Визначити: а) суму температур понад 10°C для схилу північної експозиції крутизною 4°, де вирощується озима пшениця і порівняти розраховану суму з потребою культури в теплі; б) потенційну урожайність озимої пшениці на північному схилі і плакорі.

*Вихідні дані:* широта місцевості  $\varphi=52^\circ$ . Ґрунти – темно-сірі лісові середньосуглинкові). Сума температур повітря понад 10°C становить 2300°C.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Балюк С.А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України / С.А. Балюк, Г.А. Верніченко // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 6. – С. 5–11.
2. Добровольский Г. В. Экология почв: учебник / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 364 с.
3. Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах: учебник / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 270 с.
4. Герасименко В. П. Практикум по агроэкологии: учеб. пособ. / В. П. Герасименко. – СПб: Лань, 2009. – 432 с.
5. Лактіонов М. І. Агроґрунтознавство: навч. посіб. / М. І. Лактіонов. – Харків: Шуст, 2001. – 155 с.
6. Лісняк А.А. Методичні підходи щодо оцінки екологічного ризику деградації ґрунтового покриву / А.А. Лісняк // Вісн. ХНАУ. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове госп-во. – Х. : ХНАУ, 2010. – № 4. – С. 183–187.
7. Тараріко О.Г. Агроекологічний стан ґрунтів та контроль за їх родючістю / О.Г. Тараріко, В.О. Греков, Л.В. Дацько // Агроеколог. журн. – 2011. – № 3. – С. 39–44.



