

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут водного господарства та
природооблаштування
Кафедра водної інженерії та водних технологій

01-01-59М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять і самостійної роботи
з навчальної дисципліни «Моніторинг меліорованих земель»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні технології»
спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія
та водні технології» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІВГП
Протокол № 7 від 16.02.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Моніторинг меліорованих земель» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Козішкурт С. М. – Рівне : НУВГП, 2021. – 42 с.

Укладач: Козішкурт С. М., к.т.н, доцент кафедри водної інженерії та водних технологій.

Відповідальний за випуск : Турченко В. О., д.т.н., завідувач кафедри водної інженерії та водних технологій.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Хлапук М. М.

© Козішкурт С. М., 2021
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2021

Зміст

Передмова.....	3
Практична робота 1. Оцінка та аналіз водного режиму ґрунту.....	4
Практична робота 2. Оцінка еколого-меліоративного стану осушуваних земель.....	8
Практична робота 3. Визначення доз меліорантів при хімічній меліорації кислих ґрунтів.....	10
Практична робота 4. Оцінка впливу осушувальних систем на прилеглу територію.....	13
Практична робота 5. Оцінка еколого-меліоративного стану земель до зрошення.....	15
Практична робота 6. Прогнозування еколого-меліоративного стану земель процесі зрошення.....	17
Практична робота 7. Встановлення залежності вмісту окремого іону від загальної мінералізації води.....	18
Практична робота 8. Іригаційна оцінка дренажно-скидних вод.....	21
Практична робота 9. Встановлення типу та ступеня засолення ґрунтів.....	23
Практична робота 10. Методи меліорації засолених ґрунтів.....	26
Самостійна робота.....	28
Рекомендована література.....	30
Додатки.....	32

Передмова

Методичні вказівки підготовлені відповідно до syllabusу навчальної дисципліни «Моніторинг меліорованих земель» та освітньої програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» першого (бакалаврського) рівня спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» (2019 р.).

Метою навчальної дисципліни є вивчення основ здійснення моніторингу земель із метою забезпечення їх раціонального використання, виявлення причин їхнього незадовільного стану, якості та забрудненості, своєчасного виконання заходів із запобігання деградації, відтворення та охорони.

Завдання дисципліни: ознайомлення з особливостями організації моніторингу меліорованих земель, оцінкою еколого-меліоративного стану осушених і зрошених земель та прилеглих територій.

За результатами вивчення даного курсу студент повинен

знати: загальні відомості про моніторинг як систему спостережень; основні причини і наслідки погіршення якості ґрунтів; організацію спостережень на осушених і зрошених землях та прилеглих територій;

вміти: виконати оцінку еколого-меліоративного стану до та після проведення осушувальних і зрошувальних меліорацій земель; виконати оцінку впливу меліоративних систем на прилеглу територію; спрогнозувати еколого-меліоративний стан земель у процесі гідротехнічних меліорацій; встановити іригаційну оцінку вод.

Вказівки містять теоретичний і довідковий матеріали для виконання розрахунків для оцінки еколого-меліоративного стану осушених і зрошених земель та проектування заходів запобігання деградації, відтворення та охорони меліорованих і прилеглих територій.

Практична робота 1. Оцінка та аналіз водного режиму ґрунту

Мета практичної роботи: ознайомитися з основними критеріями оцінки та виконати аналіз водного режиму ґрунту.

Завдання практичної роботи: визначити загальні запаси вологи, вологість в'янення, продуктивну вологу, найменшу вологоємність, діапазон активної вологи та дефіцит вологи у ґрунті.

Теоретична частина.

Водний режим ґрунту – це сукупність усіх видів надходження води в ґрунт, її переміщення, збереження, зміни фізичного стану і витрати води з ґрунту. Статті надходження та витрат води можна виражати в мм або м³/га (1 мм = 10 м³/га).

У роботі необхідно визначити загальні запаси вологи, вологість в'янення, продуктивну вологу, найменшу вологоємність, діапазон активної вологи та дефіцит вологи у ґрунті.

Загальні запаси вологи. У меліоративній практиці необхідно знати загальні запаси вологи в ґрунті. За вологістю ґрунту визначаємо запаси води в заданому розрахунковому шарі ґрунту за формулою

$$W_{заг} = W_{ф} \cdot d \cdot h, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (1)$$

де $W_{заг}$ – загальні запаси вологи, м³/га; $W_{ф}$ – фактична вологість ґрунту, визначена термостатно-ваговим методом, %; d – об'ємна маса ґрунту, г/см³; h – товщина розрахункового шару, см.

Запаси вологи у ґрунті визначають для кожного 10-см шару, відбираючи зразки буром в алюмінієві сушильні стаканчики – бюкси, щоб визначити фактичну вологість ґрунту.

Вологість в'янення – важливий ґрунтово-гідрологічний показник. Вологість в'янення залежить від гранулометричного складу ґрунту (піщані ґрунти – 1,5...2,0%; легкосуглинкові – 2,3...4,5%; важкосуглинкові – 7,5...12%; глинисті – 15...18%; торф'яні – 27...33%).

Запаси води, що відповідають вологості в'янення визначаємо за формулою

$$W_{BB} = 0,1 \cdot h \cdot d \cdot BB, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (2)$$

де W_{BB} – запас води в ґрунті, що відповідає вологості в'янення, $\text{м}^3/\text{га}$; h – товщина розрахункового шару, см; d – об'ємна маса ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$; BB – вологість в'янення, %.

Продуктивною вологою називають всю кількість води в ґрунті вище вологості в'янення. Тільки при її наявності рослини можуть рости. Розраховують вміст продуктивної води в ґрунті за формулою

$$W_{np} = W_{заг} - W_{BB}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (3)$$

де W_{np} – запас продуктивної води в ґрунті, $\text{м}^3/\text{га}$; $W_{заг}$ – загальний запас води в ґрунті, $\text{м}^3/\text{га}$; W_{BB} – запас води в ґрунті, який відповідає вологості в'янення, $\text{м}^3/\text{га}$.

Найменша вологоємність – максимальна кількість капілярно-підвищеної води, яку може утримати ґрунт після стікання надлишку води при глибокому заляганні ґрунтових вод. Ця вологоємність залежить від гранулометричного складу і структурності ґрунту (піщані ґрунти – 5...10%; супіщані – 10...20%; суглинкові – 20...30%; глинисті – 30...45%).

Запаси води, що відповідають найменшій вологоємності визначаємо за формулою

$$W_{HB} = h \cdot d \cdot HB, \%, \quad (4)$$

де W_{HB} – запас води в ґрунті, що відповідає найменшій вологоємності, $\text{м}^3/\text{га}$; h – товщина розрахункового шару, см; d – об'ємна маса ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$; HB – найменша вологоємність, %.

Діапазон активної води – це максимально можливий запас продуктивної води у ґрунті. Такий вміст води визначають за формулою

$$ДAB = W_{HB} - W_{BB}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (5)$$

де $ДAB$ – діапазон активної води, $\text{м}^3/\text{га}$.

Оцінку запасів продуктивної води в ґрунті здійснюємо за табл. 1.

Дефіцит вологи в ґрунті – це різниця між найменшою вологоємністю і фактичною вологістю в даний момент часу і визначається за формулою

$$ДВ = НВ - Wф, \%, \quad (6)$$

де *ДВ* – дефіцит вологи в ґрунті, %.

Таблиця 1

Оцінка запасів продуктивної вологи у ґрунті (у шарі 0...20 см)

Вміст води, мм	Оцінка запасів продуктивної вологи
>40	добра
40...20	задовільна
<20	незадовільна

Визначення основних водно-фізичних властивостей виконуємо в табличній формі (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз водного режиму ґрунту (у шарі 0...20 см)

Варіант	Польова вологість ґрунту, %	Об'ємна маса ґрунту, г/см ³	Найменша вологоємність, %	Вологість в'янення, %	Запаси вологи, м ³ /га	Запаси вологи, що відновляють вологості в'янення,	Запаси продуктивної вологи, м ³ /га	Запаси вологи, що відновляють найменшій вологоємності, м ³ /га	Діапазон активної вологи, м ³ /га	Дефіцит вологи, %
1	17	1,45	19	9						
2	25	0,65	42	31						
3	12	1,22	29	16						
4	16	1,31	26	15						
5	22	1,17	27	19						
6	27	1,37	36	23						
7	16	1,29	23	13						
8	15	1,00	22	11						
9	24	1,30	32	21						
10	10	1,28	25	9						
11	14	1,12	26	12						
12	20	1,20	34	19						

13	13	1,10	22	12						
14	23	1,15	32	19						
15	17	1,33	26	14						

Практична робота 2. Оцінка еколого-меліоративного стану осушуваних земель

Мета практичної роботи: ознайомитися з основними критеріями оцінки та виконати оцінку еколого-меліоративного стану осушуваних земель.

Завдання практичної роботи: оцінити еколого-меліоративний стан за глибинами залягання рівня ґрунтових вод і їхньою мінералізацією та показником рН ґрунтів.

Теоретична частина.

Критеріїв оцінки еколого-меліоративного стану (ЕМС) осушуваних земель може бути багато, але основними показниками є: режим вологості ґрунтів, режим ґрунтових вод та загальна характеристика ґрунтового покриву (вміст гумусу, хімічних елементів, пестицидів, розвиток ерозійних процесів).

У роботі необхідно оцінити ЕМС за глибинами залягання рівня ґрунтових вод (РГВ) та їх мінералізацією, а також за показником рН ґрунтів. Вихідні дані для оцінки ЕМС осушуваних земель наведені в додатках 1 та 2.

За фактичними глибинами залягання рівня ґрунтових вод у посівний період (березень), середніми за вегетацію (червень і липень) та в збиральний період (вересень) даємо оцінку еколого-меліоративного стану осушуваних земель, користуючись табл.3.

Допустима мінералізація (вміст солей) ґрунтових вод не повинна перевищувати 1,0 г/л.

Оптимальні значення рН показника для піщаних і супіщаних ґрунтів становить 5,5...6,0, а для суглинистих і глинистих ґрунтів – 6,0...7,0.

При перевищенні допустимої мінералізації води і відхиленні значення рН від оптимальних меліоративний стан земель оцінюється як незадовільний.

Результати оцінки ЕМС осушуваних земель за глибинами залягання рівня ґрунтових вод, їхньою мінералізацією та показником рН ґрунтів звести у табл. 4.

За даними дод. 2 будуємо графік коливання глибини залягання рівня ґрунтових вод впродовж року по свердловині (рис.1).

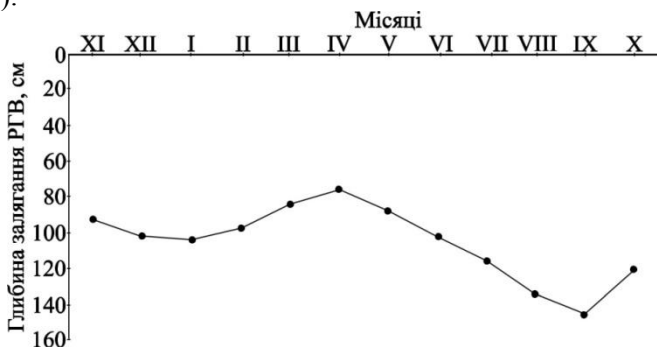


Рис. 1. Графік залягання рівня ґрунтових вод по свердловині.

Таблиця 3

Оцінка меліоративного стану осушуваних земель залежно від глибини залягання рівня ґрунтових вод

Вид сівозміни	Період	Меліоративний стан		
		сприятливий	задовільний	незадовільний
Польові і кормові сівозміни, пасовища	посівний	0,5...0,6 м	0,4...0,5 м та > 0,6 м	<0,4 м
	вегетаційний та збиральний	0,8...1,0 м	0,6...0,8 м та > 1,0 м	<0,6 м

Таблиця 4

Оцінка ЕМС осушуваних земель

Показники	Величина	Оцінка
Глибина залягання рівня ґрунтових вод:		

– в посівний період		
– середня за вегетацію		
– в збиральний період		
Мінералізація ґрунтових вод		
<i>pH</i> показник ґрунту		

Практична робота 3. Визначення норм меліорантів при хімічній меліорації кислих ґрунтів

Мета роботи: ознайомитися з методами хімічної меліорації кислих ґрунтів.

Завдання практичної роботи: встановити потребу ґрунту у вапнуванні, визначити норму вапнування за двома методами.

Теоретична частина.

Найбільш поширеним способом хімічної меліорації кислих ґрунтів є їхнє вапнування. Цей спосіб передбачає внесення у ґрунт вапнякових матеріалів із метою усунення зайвої кислотності ґрунту і покращання фізико-хімічних та агрофізичних властивостей. Вапнування позитивно впливає на розвиток корисної мікрофлори і біологічну активність кореневмісного шару ґрунту, забезпечує зростання обсягів та підвищує якість врожаю сільськогосподарських культур.

Потребу ґрунту у вапнуванні визначають багатьма методами. У роботі скористаємося методом, що ґрунтується на залежності обмінної кислотності і ступеня насиченості основами від гранулометричного складу ґрунту (табл. 5, за М.Ф. Корніловим).

Вихідні дані для роботи наведені у додатку 3.

Для встановлення норм вапняних добрив є декілька методів. У роботі використаємо два методи.

1. За показником *pH* сольової суспензії і гранулометричним складом ґрунту (табл. 6).

Встановлена за цією формулою норма вапна знижує обмінну кислотність ґрунту до *pH* 6,5, тобто до рівня сприятливого для

виросування більшості сільськогосподарських культур, коли вапнування ґрунту стає недоцільним.

2. За нормативними показниками з урахуванням потреби CaCO_3 на зміну реакції ґрунту на 0,1рН (табл. 7).

Норма вапна з використанням нормативів на зміщення реакції ґрунту встановлюється за формулою

$$H_{\text{CaCO}_3} = \frac{A \cdot \Delta pH}{0,1}, \text{ т/га}, \quad (7)$$

де H_{CaCO_3} – норма вапна (CaCO_3), т/га; ΔpH – необхідне зміщення значення рН ($\Delta pH = pH_{\text{опт}} - pH_{\text{факт}}$); A – норматив витрат

CaCO_3 для зниження кислотності на 0,1рН, т/га; $pH_{\text{опт}}$ – оптимальне значення рН; $pH_{\text{факт}}$, — фактичне значення рН.

Таблиця 5

Потреба ґрунтів у вапнуванні за результатами аналізів

Гранулометричний склад ґрунту	Потреба у вапнуванні			
	велика	середня	мала	відсутня
	рН	рН	рН	рН
Важко- і середньосуглинкові	5,0	5,0...5,5	5,6...6,0	6,5
	4,5	4,5...5,0	5,0...5,5	5,5
	4,0	4,0...4,5	4,5...5,0	5,0
Легкосуглинкові	5,0	5,0...5,5	5,6...6,0	6,0
	4,5	4,5...5,0	5,0...5,5	5,5
	4,0	4,0...4,5	4,5...5,0	5,0
Супіщані і піщані	5,0	5,0...5,5	5,5...6,0	6,0
	4,5	4,5...5,0	5,0...5,5	5,5
	4,0	4,0...4,5	4,5...5,0	5,0
Торфові і торфоболотні	3,5	3,5...4,2	4,2...4,8	4,8

Таблиця 6

Норми CaCO_3 залежно від рН і гранулометричного складу ґрунтів, т/га (П.О. Дмитренко та Б.С. Носко)

Ґрунти	рН сольової суспензії								
	до 4,0	4,1... 4,5	4,6	4,7... 4,8	4,9... 5,0	5,1... 5,3	5,4... 5,5	5,6... 5,7	5,8... 6,0
Піщані і глинисто-піщані	4,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,5	-
Супіщані	4,5	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0	-
Легко-суглинкові	5,5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	1,5
Середньо- і важко-суглинкові	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0

Таблиця 7

Норми CaCO_3 для зміщення реакції ґрунту на $0,1\text{pH}$, т/га (Бука І.Я., Дуда Г.Г.)

Ґрунт	Сільського сподарського угіддя	Значення рН		Необхідне зміщення ΔpH	Нормативи витрат CaCO_3 для зміщення рН, т/га	
		фактичне	оптимальне		на $0,1\text{pH}$	на ΔpH
Піщані і супіщані	Орні землі	4,5	5,7	1,2	0,55	6,60
		4,6...5,0	5,7	0,9	0,67	6,03
		5,1...5,5	5,7	0,4	0,65	2,60
Суглинкові і глинисті	Орні землі	4,5	6,1	1,6	0,48	7,68
		4,6...5,0	6,1	1,3	0,68	8,84
		5,1...5,5	6,1	0,8	0,65	5,20
Середнє для всіх ґрунтів	Сіножаті	4,3	5,1	0,8	0,52	4,15
	Пасовища	4,6	5,0	0,4	0,66	2,64
Середнє для всіх ґрунтів	Багаторічні насадження	4,3	5,5	1,2	0,63	7,6
		4,6...5,0	5,5	0,7	0,64	4,5
		5,1...5,5	5,5	0,2	0,85	1,7

Практична робота 4.

Оцінка впливу осушувальної системи на прилеглу територію

Мета роботи: ознайомитися з методикою проведення та виконати оцінку впливу осушувальних систем на прилеглі землі.

Завдання практичної роботи: Визначити величини зниження рівня ґрунтових вод на різних відстанях від каналу (50, 100, 200, 500 і 1000 м), побудувати криву депресії та встановити зону впливу осушувальної системи на прилеглу територію.

Теоретична частина.

Осушувальні системи знижують рівень ґрунтових вод не тільки в межах осушуваних масивів, але і на прилеглих землях. Зниження РГВ на прилеглих територіях часто небажано, так як воно призводить до змін у рослинному покриві та знижує рівні води в питних колодязях.

На рівнинних територіях величину зниження РГВ на заданій відстані від осушувальної системи можна визначити за формулою

$$H = H_0 \cdot f(z), \text{ м}, \quad (8)$$

де H_0 – величина зниження РГВ в огороджувальному каналі, тобто на межі осушувальної системи, м; $f(z)$ – спеціальна функція, значення якої знаходять з табл. 8 залежно від показника z , що визначається з формули

$$z = \frac{x}{2 \sqrt{\frac{K_\phi \cdot h \cdot t}{\mu}}}, \quad (9)$$

де x – відстань від огороджувального каналу, м; K_ϕ – коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/добу; h – потужність водоносного горизонту, м; μ – коефіцієнт водовіддачі ґрунту; t – час, упродовж якого відбувається природне зниження РГВ від весняного максимуму до літньо-осіннього мінімуму (180 діб).

Таблиця 8

Значення функції $f(z)$

z	$f(z)$	Z	$f(z)$
0,0	1,0	0,80	0,26
0,10	0,89	0,90	0,20
0,20	0,78	1,00	0,16
0,30	0,67	1,20	0,09
0,40	0,57	1,40	0,05
0,50	0,48	1,60	0,02
0,60	0,40	1,80	0,01
0,70	0,33	2,0	0,004

Вихідні дані для встановлення зони впливу осушувальної системи на прилеглу територію наведені в додатку 4.

У роботі необхідно визначити величини зниження рівня ґрунтових вод на різних відстанях від каналу (50, 100, 200, 500 і 1000 м).

Розрахунки зводимо в табличну форму (табл. 9).

Таблиця 9

Визначення величини зниження рівня ґрунтових вод

x , м	K_{ϕ} , м/добу	h , м	t , діб	μ	z	$f(z)$	H_0 , м	H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50			180					
100			180					
200			180					
500			180					
1000			180					

За значеннями 1 та 9 стовпчика табл. 9 будують криву депресії ґрунтових вод (рис. 2) і визначають зону впливу осушувальної системи на прилеглі землі.

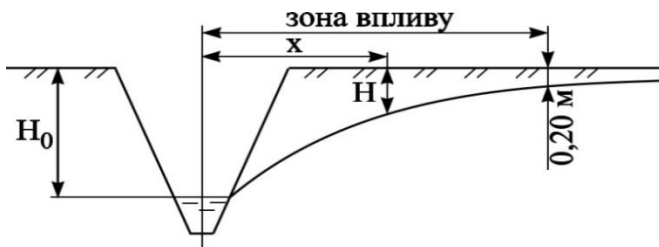


Рис. 2. Зниження РГВ в зоні впливу осушувальної системи.

Межу зони впливу осушувальної системи на прилеглу територію визначають в тому місці, де зниження РГВ підходить до відмітки 0,20 м. Тобто зоною впливу є територія, де відбувається зниження РГВ на 0,20 м і більше.

Практична робота 5. Оцінка еколого-меліоративного стану земель до зрошення

Мета роботи: ознайомитися з методикою та оцінити еколого-меліоративний стан земель до зрошення.

Завдання практичної роботи: оцінити еколого-меліоративний стан земель до зрошення за глибиною залягання рівня ґрунтових вод, мінералізацією ґрунтових вод, ступенем засолення ґрунтів.

Теоретична частина.

Основними показниками еколого-меліоративного стану земель до зрошення є водний і сольовий режими ґрунтів, їхня родючість, рівневий і гідрохімічний режим ґрунтових вод. При впровадженні зрошувальних меліорацій ці показники будуть впливати на інші показники: об'єми подачі і скидів води, мінералізацію і хімічний склад поливних і дренажно-скидних

вод, технічний стан зрошувальної і дренажно-скидної мережі, використання зрошуваних земель.

У роботі необхідно оцінити еколого-меліоративний стан земель до зрошення за такими показниками: глибина залягання рівня ґрунтових вод, мінералізація ґрунтових вод, ступінь засолення ґрунтів.

Критична глибина залягання рівня ґрунтових вод $H_{кр}$ (м), при якій ще не буде спостерігатись засолення ґрунтів, визначається за формулою

$$H_{кр} = h_1 + h_2 + (0,1 \dots 0,2), \text{ м}, \quad (10)$$

де h_1 – потужність кореневмісного шару ґрунту, м; h_2 – висота капілярного підняття ґрунтових вод, м.

Вихідні дані для оцінки ЕМС земель на початковий період (перед будівництвом зрошувальної системи) наведені в додатку 9.

Критерії оцінки ЕМС зрошуваних земель наведені в табл. 10.

Результати еколого-меліоративного стану земель до зрошення наводимо в табл. 11.

Таблиця 10

Критерії оцінки ЕМС зрошуваних земель

Показники оцінки	Еколого-меліоративний стан		
	добрий	задо- вільний	незадо- вільний
Середня глибина залягання ґрунтових вод, м	$>H_{кр}$	$\approx H_{кр}$	$<H_{кр}$
Мінералізація ґрунтових вод, г/л	<1	$1 \dots 3$	>3
Ступінь засолення ґрунтів, %			
▪ при хлоридному і сульфатно-хлоридному типі засолення	$\frac{< 0,2}{< 0,03}$	$\frac{0,2 \dots 0,4}{0,03 \dots 0,05}$	$\frac{> 0,4}{> 0,05}$
▪ при сульфатному і хлоридно-сульфатному типі засолення	$\frac{< 0,4}{< 0,02}$	$\frac{0,4 \dots 0,7}{0,02 \dots 0,06}$	$\frac{> 0,7}{> 0,06}$

Примітка. У чисельнику наведена сума солей, у знаменнику вміст іону хлору.

Оцінка ЕМС зрошуваних земель

Показники	Величина	Оцінка
Вихідна глибина залягання рівня ґрунтових вод, м		
Мінералізація ґрунтових вод, г/л		
Ступінь засолення ґрунтів, %		

Практична робота 6.
Прогнозування еколого-меліоративного стану земель
у процесі зрошення

Мета роботи: навчитися прогнозувати еколого-меліоративний стан земель у процесі зрошення.

Завдання практичної роботи: визначити річну величину підняття рівня ґрунтових вод та період часу, за який рівень ґрунтових вод підніметься до критичного значення.

Теоретична частина.

У процесі зрошування відбуваються зміни водно-фізичних і фізико-хімічних властивостей і характеристик ґрунтів.

Найбільш небезпечними є підняття рівня ґрунтових вод і подальше засолення ґрунтів. Засолення ґрунтів почне відбуватись, коли глибина залягання рівня ґрунтових вод досягне критичної величини.

У даній роботі розглядається прогнозування підняття рівня ґрунтових вод та встановлюється період, за який рівень ґрунтових вод підніметься до критичного і почнеться засолення ґрунтів.

Вихідні дані для розрахунків наведені в додатку 5.

Річну величину підняття рівня ґрунтових вод можна визначити за формулою

$$\Delta h = \frac{\Delta W}{10000 \cdot \delta}, \text{ м}, \quad (11)$$

де Δh - підняття рівня ґрунтових вод за рік, м; ΔW – зміна (поповнення) запасів ґрунтових вод, м³/га за рік; δ – коефіцієнт водовіддачі ґрунту.

Поповнення запасів ґрунтових вод визначається за формулою

$$\Delta W = \alpha_1 P + \alpha_2 M_{\text{нм}} + \alpha_3 M_{\text{бр}}, \text{ м}^3/\text{га}, \quad (12)$$

де ΔW – поповнення запасів ґрунтових вод, м³/га; $\alpha_1 P$ – частина опадів, що просочується в ґрунт і поповнює запаси ґрунтових вод, м³/га за рік; α_1 – частина опадів, що поповнює ґрунтові води; P – річна сума опадів, м³/га; $\alpha_2 M_{\text{нм}}$ – втрати зрошувальної води з полів на фільтрацію, м³/га за рік; α_2 – частка зрошувальної норми нетто, що інфільтрується з полів до ґрунтових вод; $M_{\text{нм}}$ – зрошувальна норма нетто, м³/га; $\alpha_3 M_{\text{бр}}$ – втрати води на фільтрацію зі зрошувальної мережі, що йдуть на поповнення ґрунтових вод, м³/га за рік; α_3 – частка зрошувальної норми бруто, що фільтрується з каналів; $M_{\text{бр}}$ – зрошувальна норма бруто, м³/га.

Період часу t , за який рівень ґрунтових вод підніметься до критичного $H_{\text{кр}}$ і почнеться засолення ґрунтів, визначається за формулою

$$t = \frac{H_0 - H_{\text{кр}}}{\Delta h}, \text{ років}, \quad (13)$$

де H_0 – вихідна глибина залягання рівня ґрунтових вод в м.

Для запобігання підняття ґрунтових вод і засолення ґрунтів проектують дренаж території.

Практична робота № 7.

Встановлення залежності вмісту окремого іону від загальної мінералізації води

Мета роботи: на прикладі дренажно-скидних вод Краснознам'янської зрошувальної системи необхідно

встановити кореляційну залежність між вмістом окремого іона і загальною мінералізацією води.

Завдання практичної роботи: встановити залежність вмісту окремого іона від загальної мінералізації води.

Теоретична частина.

Для підтримки оптимального водно-повітряного та сольового режимів ґрунту впроваджують систематичний дренаж, що в свою чергу зумовлює значний об'єм дренажно-скидних вод (ДСВ).

Це не тільки велика втрата поливної води (25...40 % водоподачі), але і значне погіршення екологічного стану водоприймачів (зміна хімічного складу, кольоровості, прозорості, конфігурації дна, ріст синьо-зелених водоростей, що поглинають у воді кисень, погіршення рекреаційних і рибпромислових ресурсів).

Першочерговими заходами є: зменшення водозбору та скиду ДСВ, повернення розчинних хімічних елементів на поля шляхом використання ДСВ для зрошення (водообіг). Але ці води можуть бути забруднені, мати значну мінералізацію, що може негативно впливати на ґрунти, призводити до їхнього засолення чи осолонцювання.

Для оцінки якості дренажно-скидних вод виконуються великі обсяги польових і лабораторних робіт з визначення загальної мінералізації і вмісту основних іонів HCO_3 , Cl , SO_4 , Ca , Mg і Na . При цьому, як показали дослідження, між вмістом іонів солей і загальною мінералізацією дренажно-скидних вод спостерігаються кореляційні залежності. Встановивши такі залежності, можна в значній мірі скоротити об'єми хімічних аналізів, визначаючи лише загальну мінералізацію води.

Рівняння прямої лінійної залежності (регресії) між вмістом окремого іона та загальною мінералізацією води таке

$$Y = a \cdot X + b, \quad (14)$$

де Y – вміст окремого іона, мг-екв/л; X – загальна мінералізація, г/л.

Для статистичної обробки вибираємо 15 проб дренажно-скидної води (дод. 6). На міліметровому аркуші паперу наносимо значення окремого іону та мінералізації. Проводимо осереднену пряму (приклад на рис. 3), що покаже лінійну залежність вмісту заданого іону від загальної мінералізації.

На прямій лінії залежності $Y=f(X)$ виділяємо 2 точки з координатами А (X_1, Y_1) та Б (X_2, Y_2) і визначаємо рівняння регресії $Y=a \cdot X+b$ за залежністю

$$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1}. \quad (15)$$

Рівняння залежності (регресії) вмісту всіх іонів від загальної мінералізації зводимо в табл. 12.

Встановити залежність вмісту окремого іона від загальної мінералізації можна за допомогою програмного забезпечення *Excel*. Окрім залежності легко встановити коефіцієнт кореляції, який характеризує тісноту зв'язку між вмістом розрахункового іона та загальною мінералізацією води. Вважається, що при $r < 0,3$ кореляційний зв'язок слабкий, при $r = 0,3 \dots 0,7$ – середній і при $r > 0,7$ – тісний.

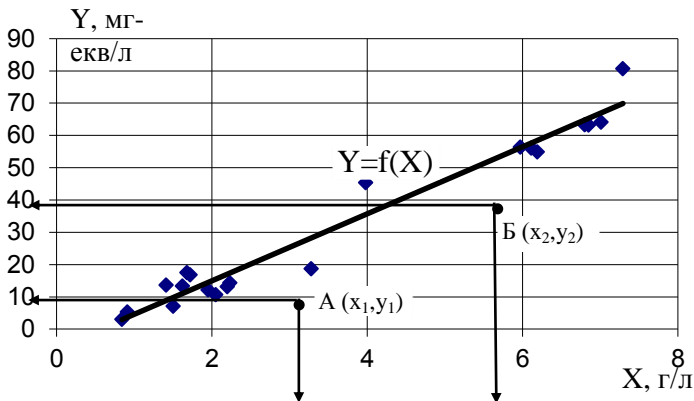


Рис. 3. Графік залежності вмісту окремого іона від загальної мінералізації.

Таблиця 12

Залежність вмісту окремого іона від загальної мінералізації води

Назва іону	Рівняння регресії	Зв'язок
HCO_3		середній
Cl		тісний
SO_4		тісний
Ca		тісний
Mg		тісний
$Na+K$		тісний

Практична робота 8.

Іригаційна оцінка дренажно-скидних вод

Мета роботи: навчитися виконувати іригаційну оцінку дренажно-скидних вод.

Завдання практичної роботи: виконати іригаційну оцінку дренажно-скидних вод за різними методами.

Теоретична частина.

У меліоративній практиці існує багато методів оцінки придатності води для зрошення з точки зору попередження процесів засолення і осолонцювання земель.

У роботі використаємо найпоширеніші методи оцінки придатності води для зрошення.

Небезпека засолення ґрунтів визначається:

1. *За загальною мінералізацією води (по О.М. Костякову).* Вода вважається придатною для зрошення, якщо її мінералізація не перевищує 1 г/л. При мінералізації 1...3 г/л вода вважається умовно придатною. Коли мінералізація перевищує 3 г/л – вода непридатна для зрошення.

2. *За вмістом іона Cl.* На суглинистих і глинистих ґрунтах важкого механічного складу засолення не буде відбуватись, якщо вміст іона Cl не перевищує 10 мг-екв/л або 355 мг/л. На піщаних і супіщаних ґрунтах легкого механічного складу допускається використання поливної води з концентрацією іона Cl до 17 мг-екв/л або 600 мг/л.

3. За вмістом іонів $Cl+0,5 \cdot SO_4$ (по Гріллю і Даневу) – потенційній солоності ґрунтів. На піщаних ґрунтах з високою водопроникністю для зрошення можна використовувати воду зі значенням цього показника до 20 мг/л, на середньоводопроникних ґрунтах до 10...15 мг/л і на глинистих ґрунтах із низькою водопроникністю для зрошення допускається вода з цим показником до 7...10 мг/л.

Небезпека осолонцювання ґрунтів визначається:

4. За відношенням $Na:Ca$ (по М.Ф. Буданову).

Небезпека осолонцювання буде при відношенні більше 1,0.

5. За відношенням $Na:(Ca+Mg)$ (по М.Ф. Буданову).

Небезпека осолонцювання буде при відношенні більше 0,7.

6. За відношенням $\frac{Na + K}{Ca + Mg + Na + K} \cdot 100\%$.

А.М. Можейко та Т.К. Воротнік вважають, що коли це відношення становить більше 75 % вода дуже небезпечна для зрошення, при 66...75 % - небезпечна і тільки при відношенні менше 66 % вода придатна для зрошення.

7. За відношенням $\frac{Mg}{Ca + Mg} \cdot 100\%$ (по І.Собальчу, К.Дарабу).

Небезпека осолонцювання буде при відношенні більше 50 %.

8. За величиною лужної характеристики (іригаційному коефіцієнту) Ka (по Стеблеру). Лужну характеристику Ka визначають за табл. 13.

Таблиця 13

Визначення іригаційного коефіцієнта Ka

Відношення інгредієнтів	Тип води	Ka
$Na-Cl \leq 0$	III	$Ka = \frac{288}{5 \cdot Cl}$
$0 < Na-Cl < SO_4$	II	$Ka = \frac{288}{Na + 4 \cdot Cl}$
$Na > Cl + SO_4$	I	$Ka = \frac{288}{10 \cdot Na - 5 \cdot Cl - 9 \cdot SO_4}$

При іригаційному коефіцієнті Ka більше 18 вода придатна для зрошення, при $Ka=6...18$ – задовільна, при $Ka=1,2...6$ – вода незадовільна та при $Ka<1,2$ вода вважається непридатною для зрошення.

9. По коефіцієнту потенційної адсорбції (поглинання) ґрунтом Na із води, SAR (США)

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{0,5 \cdot (Ca + Mg)}} . \quad (16)$$

При коефіцієнті потенційної адсорбції SAR менше 10 вважається, що небезпека осолонцювання ґрунту низька. У межах 10...18 – небезпека середня, при коефіцієнті більше 18 – небезпека осолонцювання ґрунту висока.

У роботі задаємося значеннями загальної мінералізації води 1,0; 2,0 та 3,0 г/л.

За допомогою кореляційних залежностей (див. попередню практичну роботу) визначаємо вміст іонів різних солей при заданій мінералізації.

За наведеними методами визначаємо показники (дод. 10) та виконуємо оцінку придатності дренажно-скидних вод для зрошення. Якщо вода придатна для зрошення, то показник у таблиці відмічаємо зеленим кольором, якщо непридатна – червоним.

Наводимо загальний висновок про придатність води для зрошення рослин.

Практична робота 9.

Встановлення типу та ступеня засолення ґрунтів

Мета роботи: навчитися встановлювати тип та ступінь засолення ґрунтів.

Завдання практичної роботи: встановити тип засолення та ступінь засолення ґрунту, спрогнозувати стан сільськогосподарських рослин.

Теоретична частина.

Засоленими називаються ґрунти, які містять надлишкову кількість легкорозчинних солей, що пригнічують сільськогосподарські культури і призводять до зменшення врожаю і зниження його якості.

Так як різні солі неоднаково токсичні для рослин, засолені ґрунти слід розрізняти за складом солей. Перед встановленням ступеня засолення ґрунту, необхідно визначити тип засолення.

Тип засолення визначають за даними аналізів водних витяжок. Цей метод заснований на співвідношенні аніонів та катіонів. Типи засолення ґрунтів за аніонним та катіонним складом наведені в табл. 14 та 15.

Вихідні дані наведені у додатку 7.

За ступенем засолення ґрунти поділяють на незасолені, слабозасолені, середньозасолені, сильно- та солончаки (дод. 11).

До токсичних відносяться всі легкорозчинні солі ($NaCl$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$), а з слабкорозчинних – $MgCO_3$; до нетоксичних – всі слабо- ($CaSO_4$, $MgCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$) і важкорозчинні солі ($CaCO_3$).

Таблиця 14

Типи засолення ґрунтів за аніонним складом
(за Н.І. Базилевич, О.І. Панковою)

Тип засолення	Відношення мг/екв аніонів			Відношення катіонів та аніонів, мг/екв
	$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{HCO_3}{Cl}$	$\frac{HCO_3}{SO_4}$	
Хлоридне	>2,5	–	–	–
Сульфатно-хлоридне	1...2,5	–	–	–
Хлоридно-сульфатне	0,2...1,0	–	–	–
Сульфатне	<0,2	–	–	–
Содово-хлоридне	>1	<1	>1	$HCO_3 > Ca + Mg$
Содово-сульфатне	<1	>1	<1	$HCO_3 > Ca + Mg$
Хлоридно-содове	>1	>1	>1	$HCO_3 > Ca + Mg$
Сульфатно-содове	<1	>1	>1	$HCO_3 > Ca + Mg$
Сульфатно- і хлоридно-гідрокарбонатне	–	>1	>1	$Na < Ca$, $Na < Mg$, $HCO_3 > Na$

Таблиця 15

Типи засолення ґрунтів за катіонним складом
(за Н.І. Базилевич, О.І. Панковою)

Тип засолення	Відношення мг/екв аніонів		
	$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{HCO_3}{Cl}$	$\frac{HCO_3}{SO_4}$
Натрієве	>1	>1	–
Натрієво-магнієве	<1	>1	>1
Магнієво-натрієве	>1	>1	>1
Кальцієво-натрієве	>1	>1	<1
Кальцієво-магнієве	<1	<1	>1
Натрієво-кальцієве	>1	<1	<1
Магнієво-кальцієве	<1	<1	<1
Магнієве	<1	–	>1

За допомогою табл. 16 прогнозуємо можливе пригнічення сільськогосподарських рослин або зниження врожаю.

Таблиця 16

Ступінь засолення і стан сільськогосподарських культур

Ступінь засолення ґрунтів	Стан середньостійких рослин
Незасолені	Добрий ріст і розвиток. Рослини не випадають, врожай нормальний.
Слабкозасолені	Слабке пригнічення. Спостерігаються випадки рослин, зниження врожаю на 10...20%.
Середньозасолені	Середнє пригнічення. Випади рослин, зниження врожаю на 20...50%.
Сильнозасолені	Сильне пригнічення. Випади рослин, зниження врожаю на 50...80%.
Дуже сильнозасолені	Вживають поодинокі рослини. Урожай практично відсутній.

Практична робота 10. Методи меліорації засолених ґрунтів

Мета роботи: ознайомитися з різними методами меліорації засолених ґрунтів.

Завдання практичної роботи: встановити необхідну дозу внесення меліоранту (гіпсу) та визначити промивну норму на засолених ґрунтах.

Теоретична частина.

Для покращання меліоративного стану засолених земель застосовують різні методи меліорації: будівельні, фізичні, біологічні, хімічні, експлуатаційні і гідротехнічні (див. попередні практичні роботи).

У даній роботі розглянемо хімічні та гідротехнічні методи (промивку засолених ґрунтів).

До основних заходів хімічної меліорації ґрунтів відносяться:

- поліпшення якості обмежено придатних зрошувальних вод;
- внесення у ґрунт різних хімічних меліорантів: гіпсу, крейди, вапна, нітрату кальцію та їхніх аналогів (фосфогіпсу, карбонатних шлаків тощо).

Вихідні дані наведені в додатку 8.

Розрахунок доз меліорантів (гіпсу) при внесенні їх у ґрунт.

Дозу гіпсу ($CaSO_4$) для хімічної меліорації малонатрієвих солонців ($Na < 20\%$ ємності поглинання) визначають за формулою

$$D = 0,086 \cdot Na \cdot h \cdot d \cdot K, \quad (17)$$

де D – доза гіпсу для повного витіснення обмінного натрію, т/га;
 h – товщина меліоруючого шару, см (приймаємо 0,20 м);
 d – щільність ґрунту, г/см³; Na – обмінний натрій, мг/екв; K – коефіцієнт, що враховує вміст домішок інших речовин і вільної вологи у меліоранті (для гіпсу K становить 1,0).

Для середньо і високонатрієвих солонців ($Na > 20\%$ від ємності поглинання) дозу гіпсу визначають за формулою

$$D = 0,089 \cdot (Na - 0,1 \cdot E) \cdot h \cdot d \cdot K, \quad (18)$$

де E – ємність поглинання, мг-екв/100 г ґрунту; 0,1 – зниження коефіцієнта, який допускає збереження у ґрунтово-вбирному комплексі солонців до 10 % обмінного натрію.

Визначення промивної норми на засолених ґрунтах.

Промивку здійснюють шляхом подачі на засолені землі певного об'єму води (промивної норми), що розчиняє солі і витісняє їх у вигляді розчину у ґрунтові води, які перехоплюються і відводяться дренажною мережею.

Величину промивної норми на засолених ґрунтах визначимо за формулою В.Р. Волобуєва

$$M_{np} = 10000 \cdot \alpha \cdot lg \frac{S_o}{S_{дон}}, \quad (19)$$

де M_{np} – промивна норма, м³/га; S_o – вихідний вміст солей у метровому шарі ґрунту, %; $S_{дон}$ – допустимий вміст солей у метровому шарі ґрунту після промивки, %; α – емпіричний коефіцієнт солевіддачі (табл. 17).

Залежно від гранулометричного складу, типу і ступеня засолення ґрунтів промивна норма може становити від 1 до 10 тис. м³ і більше (табл. 18).

Таблиця 17
Значення коефіцієнта солевіддачі α залежно від типу засолення і гранулометричного складу ґрунтів (В.Р. Волобуєв)

Ґрунти	Тип засолення		
	хлоридний	хлоридно-сульфатний	сульфатний
Піщані та супіщані	0,62	0,72	0,82
Середньосуглинисті	0,92	1,02	1,12
Важкосуглинисті	1,22	1,32	1,42

Таблиця 18

Промивні норми залежно від гранулометричного складу,
типу і ступеня засолення ґрунтів

Вихідний вміст солей у ґрунті, S_o , % м.с.гр.	Промивна норма залежно від типу засолення, $M_{пр}$, м ³ /га		
	хлоридний	хлоридно- сульфатний	сульфатний
піщані та супіщані ґрунти			
0,4	2700	2200	1100
0,6	3800	3500	2500
0,8	4500	4400	3500
1,0	5100	5100	4300
середньосуглинисті ґрунти			
0,4	4000	3100	1400
0,6	5600	4900	3400
0,8	6700	6200	4800
1,0	7600	7200	5900
важкосуглинисті ґрунти			
0,4	5200	4000	1800
0,6	7400	6300	4300
0,8	8900	8000	6100
1,0	10100	9300	7500

Самостійна робота

Метою самостійної роботи студентів є розвиток творчих здібностей, активізація розумової діяльності студентів та формування потреби самостійного поповнення знань.

Зміст самостійної роботи студентів відповідає силабусу навчальної дисципліни «Моніторинг меліорованих земель».

На самостійну роботу виноситься частина теоретичного матеріалу та окремі практичні роботи, що не потребують безпосереднього керівництва викладача.

Самостійна робота студентів забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни: основна і додаткова література, методичні матеріали, презентації.

Види завдань до самостійної роботи студентів:

– опрацювання додаткової (наукової, довідкової й ін.) літератури;

- розробка лекційних конспектів;
- розробка звітів із практичної підготовки;
- підготовка до контрольних заходів;
- написання рефератів, створення презентацій;
- творчі завдання (доповіді, проекти, огляди тощо);
- опрацювання окремих тем або питань.

Самостійна робота студентів передбачає зарахування додаткових балів:

- підготовка самостійного реферату навчально-дослідницької роботи – до 10 балів;
- участь із доповіддю за тематикою навчальної дисципліни на конференції – до 15 балів;
- написання статті в збірник наукових праць – до 20 балів.

Орієнтовна тематика для самостійного вивчення

1. Загальні поняття про моніторинг, види моніторингу.
2. Моніторинг як система спостережень за довкіллям.
3. Основні причини і наслідки погіршення якості ґрунтів.
4. Особливості організації моніторингу ґрунтів .
5. Організація спостережень на осушуваних землях.
6. Види спостережень на осушуваних землях.
7. Оцінка і прогноз еколого-меліоративного стану осушених земель.
8. Організація спостережень на зрошуваних землях.
9. Організація спостережень на зрошуваних землях.
10. Оцінка еколого-меліоративного стану зрошуваних земель.

Рекомендована література

Основна література

1. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу. Частина. 1. Зрошувані землі. ВБН 33-5.5-01-97. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2587>.
2. Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу на меліорованих землях. Частина 2. Осушувальні землі. ВБН 33-5.5-01-97. К. : Держводгосп України, 1997.
3. Якість води для зрошення екологічні критерії: ВНД 33-5.5-02-97. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2472>.
4. Медведєв В. В. Моніторинг почв України. Харків : Антика, 2002. 248 с.
5. Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В.М та ін.; за ред. В. М. Боголюбова і Т. А. Сафранова. Херсон: Гринь Д. С., 2011. 530 с.

Додаткова література.

1. Основи гідромеліорацій : навч. посіб. / А. М. Рокочинський, Г. І. Сапсай, В. Г. Муранов та ін. ; за ред. проф. А. М. Рокочинського. Рівне : НУВГП, 2014. 255 с.
2. Інженерний захист територій : навч. посібник / за ред. А. М. Рокочинського, Л. А. Волкової, В. А. Живиці, В. П. Чіпака Херсон: ОЛДІ ПЛЮС, 2017. 414 с.
3. Водне господарство в Україні / за ред. А. В. Яцика, В. М. Хорева. К. : Генеза, 2000. 456 с.
4. Бабенко Ю. А., Дупляк В. Д. Охорона природи при іригації земель. К. : Урожай, 1988. 257 с.
5. Петренко Л. Р., Вітвіцький С. В., Булигін С. Ю., Богданович Р. П. Управління ґрунтовими режимами - Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, Видавництво, 2017. 368 с.
6. Посібник до ВБН 33-5.5-01-97 Методика проведення комплексу моніторингових робіт у системі Держводгоспу. Частина 1. Комплекс моніторингових робіт на масивах зрошення. Українські методи виконання аналізів і визначення показників еколого-меліоративного стану земель. Київ, 2002.

Інформаційні ресурси.

1. Водний кодекс України. Постанова ВР від 06.06.1995 р. /
URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80>.

2. Земельний кодекс України. Постанова ВР від 25.10.2001 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.

3. Закон України «Про меліорацію земель». URL:
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1389-14>.

ДБН В.2.4.-1-99 «Меліоративні системи та споруди». К., 1999. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=4714.

Додатки

Додаток 1

Вихідні дані до визначення еколого-меліоративного стану осушуваних земель

№ варіанту	Ґрунти	<i>pH</i>	Мінералізація ґрунтових вод, г/л
1	Піски	5,6	0,8
2	Піски	5,0	1,5
3	Піски	5,2	1,3
4	Супіски	6,2	0,9
5	Супіски	6,4	0,7
6	Супіски	5,9	1,4
7	Супіски	5,4	1,2
8	Середні суглинки	6,5	0,7
9	Середні суглинки	6,7	0,5
10	Середні суглинки	6,3	0,4
11	Середні суглинки	6,0	0,6
12	Важкі суглинки	5,8	1,3
13	Важкі суглинки	5,6	1,1
14	Важкі суглинки	6,3	1,0
15	Важкі суглинки	6,5	0,8

Середньомісячні глибини залягання
рівня ґрунтових вод, см

Номер свердл.	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	63	59	67	71	65	94	94	87	69	66	67	73
2	29	35	58	55	50	50	51	45	48	58	65	71
3	113	111	110	109	107	105	105	110	112	115	113	104
4	58	54	46	36	44	38	67	100	89	82	68	66
5	89	105	103	100	97	95	93	87	88	90	86	88
6	96	105	131	127	124	122	117	120	119	112	115	118
7	60	61	57	54	50	53	52	56	55	61	60	61
8	72	71	66	62	61	60	87	85	89	81	71	83
9	34	39	46	37	37	40	42	43	45	41	38	40
10	93	102	104	97	84	76	88	102	115	134	145	121
11	49	56	68	71	51	68	59	52	52	36	44	51
12	81	78	76	80	74	70	79	85	86	78	71	73
13	89	89	88	86	83	80	85	84	79	78	75	90
14	60	58	62	64	68	47	53	56	60	57	54	51
15	79	78	76	76	73	70	75	83	89	110	90	65

Вихідні дані до визначення норм меліорантів при хімічній
меліорації кислих ґрунтів

Номер варіанту	Гранулометричний склад ґрунту	Сільськогосподарські угіддя	<i>pH</i>
1	Піски	Орні землі	5,0
2	Піски	Сіножаті	4,5
3	Піски	Орні землі	4,0
4	Супіски	Пасовища	5,0
5	Супіски	Багаторічні насадження	4,5
6	Супіски	Орні землі	4,0
7	Супіски	Сіножаті	5,0
8	Середні суглинки	Орні землі	4,5
9	Середні суглинки	Пасовища	4,0
10	Середні суглинки	Багаторічні насадження	3,5
11	Середні суглинки	Орні землі	5,0
12	Важкі суглинки	Сіножаті	4,5
13	Важкі суглинки	Орні землі	4,0
14	Важкі суглинки	Пасовища	5,0
15	Важкі суглинки	Багаторічні насадження	4,5

Вихідні дані до визначення зони впливу
осушувальних систем

№ варіанту	Ґрунти	K_{ϕ} , м/д	μ	h , м	H_o , м
1	Піски	2,0	0,10	5,0	1,0
2	Піски	1,7	0,09	6,0	1,2
3	Піски	1,3	0,07	8,0	1,4
4	Супіски	0,9	0,10	10,0	1,0
5	Супіски	0,8	0,09	9,0	1,1
6	Супіски	0,7	0,08	8,0	1,2
7	Супіски	0,75	0,06	6,0	0,8
8	Середні суглинки	0,6	0,10	5,0	0,9
9	Середні суглинки	0,55	0,09	7,0	1,0
10	Середні суглинки	0,50	0,08	9,0	1,1
11	Середні суглинки	0,40	0,06	15,0	0,7
12	Важкі суглинки	0,3	0,07	4,0	0,9
13	Важкі суглинки	0,25	0,07	3,5	1,0
14	Важкі суглинки	0,15	0,06	2,5	1,2
15	Важкі суглинки	0,15	0,07	2,0	1,3

Вихідні дані для розрахунку річної величини підняття
рівня ґрунтових вод

№ вар.	Елементи водного балансу						
	$P, \text{ м}^3/\text{Га}$	$M_{\text{ит}}, \text{ м}^3/\text{Га}$	$M_{\text{бр}}, \text{ м}^3/\text{Га}$	α_1	α_2	α_3	δ
1	3000	2500	2800	0,04	0,05	0,06	0,06
2	3050	2550	2850	0,05	0,06	0,06	0,06
3	3100	2600	2950	0,06	0,07	0,07	0,06
4	3150	2650	3000	0,07	0,08	0,07	0,06
5	3200	2700	3100	0,04	0,05	0,08	0,07
6	3250	2750	3150	0,05	0,06	0,08	0,07
7	3300	2800	3200	0,06	0,07	0,09	0,07
8	3350	2850	3300	0,07	0,08	0,09	0,07
9	3400	2900	3350	0,04	0,05	0,06	0,09
10	3450	2950	3400	0,05	0,06	0,06	0,09
11	3500	3000	3450	0,06	0,07	0,07	0,09
12	3550	2050	2400	0,07	0,08	0,07	0,09
13	3600	2100	2450	0,04	0,05	0,08	0,08
14	3650	2150	2500	0,05	0,06	0,08	0,08
15	3700	2200	2550	0,06	0,07	0,09	0,08

Додаток 6

Іонний вміст дренажно-скидних вод Краснознам'янської зрошувальної системи

№ проби	Загальна мінералізація, г/л	Іонний вміст, мг екв/л					
		аніони			катіони		
		HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+K
1	4,23	5,20	60,00	10,40	10,30	24,90	40,40
2	1,59	8,00	17,00	4,20	8,00	10,00	11,20
3	4,93	5,76	72,00	12,04	15,88	41,64	33,24
4	2,54	9,34	29,16	6,28	11,20	12,20	22,40
5	1,67	7,80	13,70	7,95	5,50	9,25	14,70
6	3,99	7,50	56,00	8,30	10,20	22,20	39,40
7	9,40	6,00	160,80	11,92	35,20	96,80	45,92
8	13,24	5,48	204,00	28,00	55,61	75,00	106,88
9	11,67	4,92	197,50	14,28	43,00	96,00	78,70
10	12,76	6,60	215,00	15,00	52,50	97,50	86,60
11	8,07	4,20	124,00	22,50	48,00	80,00	22,70
12	11,57	4,08	196,50	13,04	46,40	86,00	66,40
13	13,80	3,68	207,60	40,80	61,60	115,60	74,88
14	10,63	4,36	186,30	7,68	54,00	91,00	53,34
15	12,89	5,80	197,00	33,20	54,50	105,50	76,00

Аналіз водної витяжки ґрунту

№ проби	Іонний вміст, мг екв/100 г ґрунту					
	аніони			катіони		
	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na
1	0,56	0,23	0,48	0,50	0,20	0,57
2	1,02	2,12	1,16	0,89	0,22	1,78
3	0,44	5,38	5,99	2,30	1,65	7,86
4	1,63	0,80	3,50	1,72	3,48	0,95
5	0,40	0,22	1,41	0,18	0,05	1,80
6	1,14	0,52	2,81	1,26	2,20	1,01
7	0,52	0,17	1,30	0,16	0,08	1,76
8	1,36	0,30	2,50	0,72	3,38	0,05
9	0,47	0,15	1,33	0,19	0,10	1,65
10	0,86	0,25	2,56	0,92	0,54	2,21
11	0,51	0,20	1,19	0,17	0,11	1,64
12	0,56	0,39	2,37	0,69	0,36	2,26
13	0,98	3,2	3,22	2,65	2,99	2,93
14	1,13	1,87	1,18	2,20	0,35	3,20
15	0,77	4,62	6,30	4,26	1,82	12

Вихідні дані для встановлення норми гіпсу та промивної норми

№ вар.	Щільність ь ґрунту, d , г/см ³	Обмінний натрій Na , мг/екв	Ємність поглинання E , мг/екв	Початковий вміст солей $S_{\text{поч}}$, %	Допустимий вміст солей $S_{\text{д}}$, %
1	1,28	4,5	42	0,42	0,09
2	1,27	7,0	37	0,38	0,10
3	1,21	5,1	32	0,43	0,08
4	1,28	6,4	41	0,34	0,06
5	1,29	5,0	36	0,44	0,09
6	1,25	6,6	40	0,39	0,07
7	1,23	6,5	29	0,31	0,10
8	1,26	5,5	38	0,35	0,08
9	1,30	4,8	31	0,33	0,06
10	1,22	5,6	33	0,41	0,09
11	1,25	6,0	39	0,36	0,07
12	1,25	4,6	35	0,32	0,10
13	1,29	5,4	30	0,45	0,08
14	1,24	6,2	34	0,40	0,06
15	1,30	5,8	28	0,37	0,09

Вихідні дані для визначення ЕМС земель до зрошення

№ вар.	Ґрунти	Вихідна глибина РГВ Н ₀ , м	Мінералізація ґрунтових вод, г/л	Потужність кореневмісного шару h ₁ , м	Висота капілярного підняття h ₂ , м	Тип засолення ґрунтів	Ступінь засолення ґрунтів, %	
							сума солей	в т.ч. Cl
1	Важкі суглинки	4,0	3,0	0,8	1,00	сульфатний	0,20	0,05
2	Важкі суглинки	4,5	0,8	0,85	1,05	хлоридний	0,35	0,04
3	Важкі суглинки	5,0	6,0	0,90	1,10	сульфатно-хлоридний	0,70	0,11
4	Середні суглинки	6,0	7,0	0,95	0,80	сульфатний	0,60	0,04
5	Середні суглинки	6,5	3,0	0,90	0,90	хлоридний	0,30	0,03
6	Середні суглинки	7,5	2,5	0,80	0,85	хлоридно-сульфатний	0,30	0,03
7	Легкі суглинки	8,0	1,0	0,80	0,60	сульфатний	0,80	0,09
8	Легкі суглинки	7,5	3,0	0,85	0,65	хлоридний	1,00	0,14
9	Легкі суглинки	8,5	1,5	1,00	0,75	хлоридно-сульфатний	0,50	0,05
10	Середні суглинки	9,0	1,5	0,90	0,80	сульфатний	1,00	0,12
11	Середні суглинки	9,5	4,0	0,85	0,85	хлоридний	0,60	0,07
12	Середні суглинки	10,0	3,5	0,80	0,90	сульфатно-хлоридний	0,50	0,05
13	Важкі суглинки	11,0	6,0	0,90	1,00	сульфатний	0,40	0,02
14	Важкі суглинки	11,5	4,0	0,95	1,05	хлоридний	0,70	0,09
15	Важкі суглинки	12,0	1,0	0,90	1,10	сульфатно-хлоридний	0,30	0,01

Класифікація ґрунтів за ступенем засолення залежно від типу засолення
(В.А. Ковда, В.В. Єгоров)

Ступінь засолення	Тип засолення, % суми солей						
	хлоридний	сульфатно-хлоридний	хлоридно-сульфатний	сульфатний	содово-хлоридний, хлоридно-содовий, содовий	содово-сульфатний, сульфатно-содовий	сульфатно- або хлоридно-гідрокарбонатний
Незасолені	<0,05	<0,1	<0,2	<0,3	<0,1	<0,15	<0,2
Слабкозасолені	0,05...0,15	0,1...0,2	0,2...0,4	0,3...0,4	0,1...0,2	0,15...0,25	0,2...0,4
Середньозасолені	0,15...0,3	0,2...0,4	0,4...0,6	0,4...0,8	0,2...0,3	0,25...0,4	0,4...0,5
Сильнозасолені	0,3...0,7	0,4...0,8	0,6...0,9	0,8...1,2	0,3...0,5	0,4...0,6	не зустрічаються
Дуже сильнозасолені (солончаки)	>0,7	>0,8	>0,9	>1,2	>0,5	>0,6	не зустрічаються