



ВІДОМЧИЙ НОРМАТИВНИЙ ДОКУМЕНТ

---

**ПЕРЕРОБКА МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД ТА  
ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ  
КОРМОВИХ ТА ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР  
ВНД 33-3.3-01-98**

*Видання офіційне*

Державний комітет України по водному господарству

КИЇВ – 1998

## РОЗРОБЛЕНО І ВНЕСЕНО

Дослідною станцією утилізації стічних вод Інституту гідротехніки і меліорації УААН  
Розробники

ДСУСвод ІГіМ УААН (к.с.-г.н. Сало Т.Л. (керівник розробки), к.с.-г.н. Дишлюк В.Є.,  
ст.н.с. Чернокозинський А.В., н.с. Андріяко Г.І., н.с. Губар О.М.).

РВВС НАН України (д.е.н. Хвесик М.А.).

УДМУ МОЗ України (д.м.н. Гончарук Є.І., к.м.н. Гаркавий С.І.).

НГЦ МОЗ України (д.м.н. **Чегринець Г.Я.**, к.м.н. Вашкулат М.П., к.м.н. Мудрий І.В.,  
Нікула Р.Г.).

ЦЕС МОЗ України (к.м.н. Марценюк М.І.).

ІГіА УААН (д.с.-г.н. Балюк С.А.).

Держводгосп України (Балашова Т.П.).

Погоджено

Мінекобезпеки України 17.12.96 №05-06/11-36

Мінохорони здоров'я України 16.07.96 №5.05.07-385/1654

Мінагропром України 15.08.95 №13-4-14/31

Держкомгеологія України 30.10.96 №0313-222

Затверджено і введено в дію наказом Держводгоспу України №

Державний комітет України по водному господарству	Відомчий нормативний документ	ВНД  вводиться вперше
	Переробка міських стічних вод та використання їх для зрошення кормових і технічних культур	

## 1. Загальні положення

- 1.1. При проектуванні зрошувальних систем з використанням міських стічних вод кожен проект повинен пройти екологічну експертизу згідно Закону України “Про екологічну експертизу”.  
Переробка стічних вод з послідуочим використанням їх для зрошення кормових і технічних культур рекомендується як альтернативний спосіб очищення відпрацьованих стічних вод, з метою попередження забруднення водних ресурсів.  
Згідно Земельного Кодексу України (ст. 83) система раціонального використання земель повинна мати природоохоронний, ресурсозберігаючий, відтворювальний характер і передбачати збереження ґрунтів, обмеження негативного впливу на них, а також на рослини, геологічні породи, водні джерела та інші компоненти навколишнього середовища.
- 1.2. Дана розробка створена на основі багаторічних досліджень, а також попередніх розробок Дослідної станції утилізації стічних вод, включаючи останні дослідження із врахуванням сучасних екологічних вимог.
- 1.3. “Переробка міських стічних вод та використання їх для зрошення кормових і технічних культур” встановлюють технологічні і екологічні критерії та норми застосування для зрошення незаражених біологічно очищених міських стічних вод України.
- 1.4. Дані нормативи враховують агро меліоративні та санітарно-гігієнічні аспекти використання стічних вод в сільському господарстві: попередження забруднення ґрунтів та підземних вод, рослинної продукції, навколишнього середовища.  
Вимоги цього документу щодо охорони навколишнього природного середовища є мінімальними і в кожному конкретному проекті повинні бути посилені з метою безумовного досягнення стану екологічної безпечності створюваного об’єкту.
- 1.5. Впровадження даних нормативів забезпечить раціональне використання додаткових водних ресурсів за рахунок міських стічних вод в різних регіонах України, що характеризуються значним дефіцитом прісних вод.
- 1.6. Нормування технологічних та екологічних показників здійснюється в умовах, коли рівень ґрунтових вод не перевищує критичного рівня при рекомендованих режимах зрошення.
- 1.7. Вимоги нормативно-технічного документу розповсюджуються:
  - на проектні організації при розробці розділу до оцінки впливу зрошувальних систем з використанням стічних вод на навколишнє середовище (ОВНС), передпроектної та проектної документації на нове будівництво або реконструкцію зрошувальних систем з використанням стічних вод;
  - для установ і організацій, котрі будують зрошувальні системи з використанням стічних вод або можуть використовувати для зрошення міські стічні води;
  - для всіх сільськогосподарських підприємств та індивідуальних водокористувачів;
  - для установ державного контролю за використанням і охороною ґрунтів та вод.
Згідно Водного Кодексу України (1995 р.) кожне підприємство, незалежно від форм власності, повинно документально і фактично підтвердити свою спроможність ефективно і безпечно використовувати забрану воду в межах норм водоспоживання та відведення.

## 2. СТІЧНІ ВОДИ МІСТ ТА ЇХ ДООЧИСТКА НА ПОЛЯХ ЗРОШЕННЯ

- 2.1. В комплекс заходів охорони навколишнього середовища України слід включати водовідведення стічних вод міст на поля зрошення. Створення в найближчий час безстічних оборотних систем на багатьох виробництвах неможливе, тому що це потребує значних капітальних витрат. Ступінь очистки міських стічних вод повинен відповідати “ГОСТу 17.4.3.05-86 Требования к сточным водам и их осадков для орошения и

удобрения”, а також “ГОСТу 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения”.

Стічні води міст після біологічної очистки, що скидаються у водні джерела, не завжди відповідають нормам охорони вод і не забезпечують екологічного благополуччя водних об'єктів та необхідних умов охорони навколишнього середовища.

2.2. Альтернативою утилізації стічних вод в умовах України являється використання їх в цілях зрошення. Окрім прямого народногосподарського ефекту (підвищення врожайності і її стабільності) застосування стічних вод на полях зрошення має і водоохоронний ефект, так як стічні води подані на поля зрошення проходять природну доочистку шляхом їх фільтрації через товщу ґрунту.

2.3. Враховуючи специфіку стічних вод, зокрема в південних регіонах України, тенденцію до акумуляції солей в ґрунтах зони аерації та можливість зосередження окремих токсичних компонентів в ґрунті, при зрошенні стічними водами необхідно проводити агро меліоративні та агро екологічні заходи, які направлені на регулювання самоочищуючої здатності ґрунтів та їх водно-сольового режиму (розд.10).

Ефективність природної доочистки стічних вод залежить від механічного складу та вбирної здатності активного шару ґрунту (0–60 см). В залежності від вказаних параметрів ґрунтом затримується від 50 до 90% різноманітних органічних сполук, від 10 до 50% важких металів та мікроелементів, суттєво знижується БСК<sub>5</sub> — до 70%. Вбирна здатність ґрунту перешкоджає проникненню органічних сполук та токсичних речовин в ґрунтові води. Найбільш ефективною детоксикаційною властивістю щодо знешкодження токсичних речовин і хімічних сполук характеризуються ґрунти супіщані, суглинисті, найменш ефективною — важкосуглинисті та глинисті. За показником зупинки акумуляції та міграції специфічних речовин у профілі ґрунту контролюють (хімічним методом до глибини 1 м) процес очистки, детоксикації і знезаражування.

2.4. Показником біогенності і самоочищення ґрунту являється процес нітрифікації — кінцевий процес розкладу азотовміщуючих органічних речовин. Сповільнення процесу нітрифікації характеризує завершення самоочищення ґрунту від азотовміщуючих органічних сполук, що надійшли зі стічною водою. Ступінь самоочищуючої здатності ґрунтів контролюється шляхом визначення санітарно-гігієнічних показників (розд. 4).

Ступінь самоочищуючої здатності ґрунту регулюється ґрунтово-кліматичними умовами географічних зон України. В залежності від напрямку ґрунтоутворювального процесу характер самоочищуючої здатності ґрунту може уповільнюватись чи прискорюватись. В залежності від географічної зони та основних типів ґрунту рекомендується слідує районування території України щодо природної їх захищеності:

1. Дерново-підзолисті, сірі та світло-сірі опідзолені ґрунти, які характеризуються слабким та середнім ступенем захищеності (Полісся, північний та західний Лісостеп);
2. Темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи типові, які характеризуються підвищеним ступенем захищеності ґрунту (східний та західний Лісостеп);
3. Чорноземи звичайні, південні, каштанові ґрунти, які при оптимальному водно-тепловому балансі (в умовах зрошення) мають високий ступінь захищеності (степова зона).

### **3. ВИБІР ДІЛЯНОК ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

3.1. При проектуванні і будівництві зрошувальних систем з використанням стічних вод, необхідно враховувати комплекс санітарно-екологічних та гідромеліоративних факторів, пов'язаних із специфікою застосування стічних вод (напрямок сільськогосподарського виробництва, вирощувані культури, режими зрошення, спосіб поливу та ін.).

3.2. Стічні води для зрошення використовуються на спеціалізованих меліоративних системах з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, росту врожайності сільськогосподарських культур, доочистки стічних вод в природних ґрунтових умовах, попередження забруднення водних ресурсів.

При проектуванні зрошувальних систем необхідно керуватися вимогами нормативно-технічних документів [2–14].

3.3. Зрошувальні системи з використанням стічних вод слід проектувати як самостійний меліоративний об'єкт, так і в комплексі із спорудами попередньої їх переробки. Необхідно враховувати розвиток каналізаційного будівництва населених пунктів і

- промислових об'єктів з метою прогнозування якості стічних вод і необхідності використання їх для зрошення.
- 3.4. Вибір ділянок для будівництва зрошувальних систем з використанням стічних вод слід погоджувати з органами Держкомітету по земельним ресурсам, Держводгоспу, Держкомгеології, Мінекобезпеки, Мінохорони здоров'я України та відповідною облдержадміністрацією.
- При цьому необхідно враховувати:
- геолого-гідрогеологічні умови і геоморфологічні особливості території; глибину розташування підземних вод;
  - літологічний склад ґрунтів зони аерації і її потужність; фільтраційні властивості порід та їх вбирну здатність;
  - природну захищеність підземних вод, які використовуються для водопостачання, наявність екрануючого шару глин, що має повсюдне поширення та потужність не менш як 10 м;
  - наявність виходів на поверхню сильнотріщиноватих і закарстованих порід;
  - райони виклинювання водоносних горизонтів;
  - зони санітарної охорони джерел водопостачання<sup>1</sup> і території санітарної охорони курортів та розриви до полів вирощування овочевих культур (750 м).
- Водозабезпечення населення в зоні зрошуваних масивів стічними водами повинно здійснюватись за рахунок глибоких водоносних горизонтів, не зв'язаних з ґрунтовими водами першого від поверхні водоносного горизонту четвертинних відкладів.
- Найбільш придатними для будівництва зрошувальної системи вважаються земельні ділянки із спокійним рельєфом, без замкнутих блюдцеподібних понижень з звичайною захищеністю підземних вод від забруднення специфічними забруднювачами стічних вод. Критерії захищення підземних вод регламентовані вимогами “СНІП 11.04.02-84 “Водоснабжение. Наружные сети и сооружения”, “Госстрой СССР, 1985 г.”
- Використання стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур можливе на всіх видах ґрунтів, крім важкофільтруючих (глинистих) і легкофільтруючих (ґрунти тріщинуваті, щебеневі, гравійні, крейдові, вапняні і сильнозасолені), коефіцієнт фільтрації підорних горизонтів ґрунту повинен бути більше 0,3 м/доб.
- 3.5. Площу зрошення слід визначати від розрахункового об'єму стічних вод, поливних норм і умов експлуатації зрошувальної системи (режимів зрошення, технології використання та ін.).
- Підібрані площі для проектування і будівництва зрошувальної системи з використанням стічних вод повинні мати загальний схил до 0,010°, а у випадку необхідності регулярних промивок ґрунту — не більше 0,003. Допускається використання земель із схилом 0,03 при відповідному обґрунтуванні.
- На ділянках з розвинутим мікрорельєфом необхідне проведення планіровки.
- Вибрані ділянки під зрошувальну систему з використанням стічних вод повинні розташовуватися поблизу звичайних дренажних низин, забезпечуючих відвід фільтраційних вод, які можуть бути використанні при сприятливому хімічному складі для повторного зрошення.
- ґрунтові води повинні знаходитися на глибинах, які забезпечують вільну аерацію інфільтруючих стічних вод і виключають їх зіткнення з ґрунтовими і підземними водами.
- Критичні глибини розташування ґрунтових вод встановлюються в залежності від генетичного типу рельєфу, природно-кліматичної зони, типу ґрунтового покриву, механічного складу ґрунтів та підстилаючих порід згідно РДЗЗ, АД.02.01-87 “Методические указания по оценке гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель”.
- Водоупорні основи водоносного горизонту ґрунтових вод, залягаючих на зрошувальних ділянках, повинні бути складені щільними породами, попереджуючими інфільтрацію забруднених ґрунтових вод в нижчележачі артезіанські водоносні горизонти. Це такі

---

<sup>1</sup> 1. Ширина зони санітарної охорони визначається гідрогеологічним розрахунком. 2. Категорично забороняється влаштовувати зрошувальні системи в зонах санітарної охорони джерел водопостачання.

- слабопроникні породи як глина, глинисті піски, супіски, суглинки з коефіцієнтом фільтрації  $\leq 0,1$  м/добу.
- 3.6. При виборі ділянок для зрошувальних систем необхідно передбачати санітарно-захисні (розриви) зони. Відстань від ділянки зрошення до межі населеного пункту повинна бути не меншою:
- 100 м — при внутрішньогрунтовому зрошенні;
  - 200 м — при поверхневому поливі;
  - 300 м — при дощуванні короткоструменевими і внизнаправленими апаратами;
  - 500 м — при дощуванні середньоструменевими апаратами;
  - 750 м — при дощуванні далекоструменевими апаратами.
- Відстань між зрошуваними ділянками і магістральними шляхами повинна складати не менше, як 100 м, включаючи смугу відчуження.
- З метою санітарно-гігієнічної безпеки слід передбачати влаштування санітарно-захисної смуги (лісосмуги) в 15 м з боку населеного пункту і 10 м вздовж магістральних доріг.
- Санітарно-захисні смуги повинні влаштовуватись у відповідності з ДБН 360-92.
- Розміщення зрошувальних систем з використанням стічних вод недопустимо:
- на території 1 і 2 поясів зон санітарної охорони джерел мінеральних вод і джерел централізованого господарсько-питного водоспоживання;
  - в радіусі  $< 1$  км від водозабору із поверхневого вододжерела;
  - в місцях знаходження підземних вод питної якості, які не захищені водостійкими породами;
  - в межах водоохоронних зон поверхневих і підземних водних об'єктів.
- 3.7. Водогосподарська система з використанням стічних вод повинна включати: водозабірні пристрої, насосні станції, регулюючі ємкості, магістральні та внутрішньогосподарські зрошувальні мережі, водоохоронні споруди, виробничі будинки і споруди служби експлуатації, спостережну режимну сітку свердловин, дороги, лісозахисні насадження.
- 3.8. При виборі ділянки, в складних гідрогеологічних умовах під зрошувальні системи з використанням стічних вод, необхідно передбачати регулювання водно-сольового режиму ґрунтів зони аерації та постійний контроль за якістю ґрунтових вод. Слід здійснювати контроль і за якістю міжпластових (артезіанських) вод, які живляться за рахунок ґрунтових вод на конкретних ділянках надр.
- 3.9. Для обґрунтування вибору зрошувальних ділянок з різними дренажними умовами необхідний глибокий аналіз елементів геологічних структур, літологічної будови покривних відкладів, гідродинаміки водоносних горизонтів та інших факторів, впливаючих на формування водно-сольового балансу в умовах зрошення.
- 3.10. При експлуатації слабодренованих площ необхідно враховувати положення рівнів ґрунтових вод (1,0–1,25 м в полі і 2,5 м в населених пунктах); одноразово слід передбачати заходи агротехнічного характеру щодо збільшення вбирної здатності ґрунтів: попередження утворення поверхневого стоку, внесення органічних добрив, застосування раціональних способів обробітку ґрунту, спеціальний підбір сільськогосподарських культур та інші.

#### **4. ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НА ПОЛЯХ ЗРОШЕННЯ**

- 4.1. Для зрошення повинні направлятись незаражені стічні води, скид яких в дренажну систему допускається тільки у випадку відповідності їх вимогам СанПіНу 4630-88.
- 4.2. При оцінці якості стічних вод, що використовуються для зрошення, необхідно застосовувати агроекологічні підходи, зокрема враховувати: концентрацію токсичних іонів, токсичну лужність, санітарно-гігієнічні показники, вміст важких металів.
- 4.3. Придатність стічних вод для зрошення визначається складом інгредієнтів, їх концентрацією і співвідношенням, генетичними особливостями ґрунту та біологічними характеристиками сільськогосподарських культур.
- 4.4. Для попередньої оцінки можливого використання для зрошення стічних вод слід застосовувати класичні методи: Можейко А.М. та Воротника Т.К., Буданова М.Ф., Департамента сільського господарства США, Антипова-Каратаєва та інші (табл. 1).

*Таблиця 1 (обов'язкова). Методи меліоративної оцінки стічних вод*

Метод оцінки	Показники, мг-екв	Допустимі значення
За Будановим	$\Sigma \text{M.E./Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ $\text{Na}^+ / \text{Ca}^{++}$ $\text{Na}^+ / \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$	$\leq 4$ $\leq 1$ $\leq 0,7$
За методом Можейко-Воротника	$\frac{(K^+ + Na^+) \times 100}{Ca^{++} + Mg^{++} + Na^+ + K^+}$	$\leq 65$
За методом Департаменту сільського господарства США	$\frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$	$\leq 8$
За Антиповим-Каратаєвим	$\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{Na^+ + 0,235}$	$> 1$

4.5. Для остаточного вирішення питання можливості використання для зрошення стічних вод міст України, особливо в посушливих регіонах, оцінку їх якості слід виконувати з застосуванням сучасних агроеліоративних критеріїв.

Оцінка здійснюється Дослідною станцією утилізації стічних вод ІГіМ УААН:

- За ступенем можливого засолення ґрунтів на основі показників загальної мінералізації, яка виражається в загальній концентрації токсичних іонів<sup>2</sup> із врахуванням механічного складу ґрунтів (табл. 2);

<sup>2</sup> Методика розрахунку кількості токсичних іонів в еквівалентах хлору приведена в Додатку 13 (8).

Таблиця 2 (рекомендована). Оцінка придатності стічних вод за ступенем можливого засолення ґрунтів

Класи води по загрози засолення	Придатність води для зрошення, можливий ступінь засолення	Вміст токсичних солей у воді в еквівалентах хлору, мг-екв/дм <sup>3</sup>			
		Ґрунти супіщані незасолені і несолонцюваті, добре водопроникні	Ґрунти суглинисті незасолені і несолонцюваті, добре водопроникні	Ґрунти чорноземні і каштанові важко-суглинкові і глинисті, несолонцюваті і солонцюваті, добре оструктурені і водопроникні	Ґрунти всіх типів і підтипів важкого механічного складу слабо-засолені і солонцюваті. Слабо-оструктурені і погано водопроникні
I	Вода цілком придатна для зрошення. Загроза засолення ґрунтів дуже мала. Не потрібний спеціальний підбір с.-г. культур	<15	<10	<7	<5
II	Обмежено придатна для зрошення, існує загроза слабого засолення ґрунтів, зниження врожаю малостійких до засолення ґрунтів — до 5–10%. Потрібне періодичне застосування заходів, попереджаючих засолення	15–25	10–15	7–10	5–7
III	Умовно придатна, є загроза середнього засолення ґрунтів, зниження врожаю с.-г. культур малої та середньої солестійкості до 10–25%. Необхідне постійне застосування комплексу заходів по боротьбі з засоленням та обмеження складу с.-г. культур	25–35	15–25	10–15	7–10
IV	Непридатна. Існує загроза сильного засолення ґрунтів: зниження врожаю с.-г. культур з малою та середньою солестійкістю до 25–50%. Потрібне попереднє розбавлення води до кондицій I–III класів у відповідності з заходами боротьби з засоленням	>35	>25	>15	>10

- За небезпекою підлуження ґрунтів на основі нормування показників рН, загальної лужності і лужності від нормальних карбонатів (табл. 3).

Таблиця 3 (рекомендована). Оцінка придатності стічних вод за небезпекою підлуження ґрунтів

Показники води	Група ґрунтів			Оцінка якості води
	кислі	нейтральні	лужні	
рН	менше 8,2	менше 8,0	менше 7,6	Клас I
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг-екв/дм <sup>3</sup>	менше 0,3	—	—	Придатна
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> , мг-екв/дм <sup>3</sup>	менше 2,5	менше 2,0	менше 1,5	Придатна
рН	8,2–9,0	8,0–8,8	7,8–8,5	Клас II
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг-екв/дм <sup>3</sup>	0,3–0,9	0,1–0,6	0,1–0,3	Обмежено придатна
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -Ca <sup>2+</sup> , мг-екв/дм <sup>3</sup>	2,5–6,0	2,0–5,0	1,5–4,5	Обмежено придатна

- За ступенем можливого осолонцювання ґрунтів на основі співвідношення катіонів, врахування ступеню засолення, буферності ґрунтів, їх механічного складу та карбонатності (табл. 4).



Таблиця 4 (рекомендована). Оцінка придатності стічних вод за ступенем можливого осолонцювання ґрунтів

Класи води по загрозі осолонцювання	Співвідношення катіонів: $\frac{(Na^+ + K^+) \times 100}{\sum \text{катіонів}}$ (при рН 6,5–7,5 і $Ca^{++} > Mg^{++}$ )				Характеристика класів води за загрозою осолонцювання ґрунтів
	Для слідуючих класів по загрозі засолення	I група	II група	III група	
		супіщані і легкосуглинисті, суглинисті карбонатні ґрунти	суглинисті безкарбонатні ґрунти, глинисті карбонатні ґрунти	суглинисті і глинисті безкарбонатні ґрунти	
I	I	<60	<50	<40	Вода придатна для зрошення без обмежень. Загрози осолонцювання немає. Не потрібний спеціальний підбір с.-г. культур
	II	<50	<40	<30	
	III	<40	<30	<20	
II	I	60–70	50–60	40–50	Вода обмежено придатна для зрошення. Є можливість слабого осолонцювання ґрунтів та зниження врожаю с.-г. культур до 15%. Потрібне періодичне застосування комплексу меліорацій води та ґрунту або постійне застосування спеціальних заходів
	II	50–60	40–50	30–40	
	III	40–50	30–40	20–30	
III	I	70–90	60–80	50–70	Вода умовно придатна для зрошення, є можливість середнього осолонцювання ґрунту, врожай с.-г. культур знижується до 25%. Необхідно постійно застосовувати комплекс меліоративних заходів по відношенню до води та ґрунту, обмеження складу с.-г. культур
	II	60–80	50–70	40–60	
	III	50–70	40–60	30–50	
IV	I	>90	>80	>70	Непридатна для зрошення, є загроза значного осолонцювання ґрунтів. Застосування меліорації води та ґрунту економічно не вигідно, оскільки не забезпечує відновлення екології (навколишнього середовища)
	II	>80	>70	>60	
	III	>70	>60	>50	

- 4.6. При агро меліоративній оцінці стічних вод необхідно враховувати генетичний тип ґрунту. В залежності від типу ґрунту та його механічного складу допускається вміст загального азоту від 50 до 120 мг/дм<sup>3</sup>.  
 При зрошенні дерново-підзолистих ґрунтів приймаються такі фізико-хімічні параметри води: рН від 6,5 до 8,5, концентрація розчинних речовин (мг/дм<sup>3</sup>) — 4000, концентрація мінеральних речовин — 3000; натрію (Na) — 400, калію (K) — 200, кальцію (Ca<sup>++</sup>) — 800, магнію (Mg<sup>++</sup>) — 250, хлору (Cl) — 400, сульфатів (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) — 550, гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) — 2500, фосфору (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 100, БСК<sub>5</sub> — 2000 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, ХПК — 4000 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, зважені речовини — 3000 мг/дм<sup>3</sup>.

- Для сірих лісових: рН від 6,0 до 8,5, концентрація розчинних речовин (мг/дм<sup>3</sup>) — 3500, концентрація мінеральних речовин — 2500, натрію (Na<sup>+</sup>) — 300, калію (K<sup>+</sup>) — 150, кальцію (Ca<sup>++</sup>) — 600, магнію (Mg<sup>++</sup>) — 200, хлору (Cl<sup>-</sup>) — 350, сульфатів (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) — 450, гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) — 2000, фосфору — (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 75; БСК<sub>5</sub> — 1700, ХПК — 350 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.
  - Для чорноземних ґрунтів необхідні слідуючі фізико-хімічні параметри: рН від 5,5 до 8,0, концентрація розчинних речовин (мг/дм<sup>3</sup>) — 3200, концентрація мінеральних речовин — 2000, натрію (Na<sup>+</sup>) — 250, калію (K<sup>+</sup>) — 100, кальцію (Ca<sup>++</sup>) — 450, магнію (Mg<sup>++</sup>) — 200, хлору (Cl<sup>-</sup>) — 300, сульфатів (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) — 400, гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) — 1700, фосфору (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 75; БСК<sub>5</sub> — 1500, ХПК — 2500 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.
  - Для каштанових ґрунтів: рН від 6,0 до 7,5, концентрація розчинних речовин (мг/дм<sup>3</sup>) — 2500, концентрація мінеральних речовин — 1750, натрію (Na<sup>+</sup>) — 200, калію (K<sup>+</sup>) — 100, кальцію (Ca<sup>++</sup>) — 600, магнію (Mg<sup>++</sup>) — 150, хлору (Cl<sup>-</sup>) — 250, сульфатів (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) — 300, гідрокарбонатів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) — 1500, фосфору (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 75; БСК<sub>5</sub> — 1400, ХПК — 2000 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>
- 4.7. При розробці заходів, упереджуючих негативний вплив зрошувальних вод на родючість ґрунту, слід визначити належність їх до певної категорії, де враховані основні агроеліоративні та агроекологічні параметри:
- 1 категорія — стічні води з хорошими і задовільними меліоративними властивостями, з мінералізацією не більш 1,3 г/дм<sup>3</sup> із сприятливим співвідношенням одно- і двохвалентних катіонів; з вмістом важких металів, не перевищуючих ГДК (перший клас придатності, табл. 6, 7); задовільними санітарно-гігієнічними та токсикологічними показниками (табл. 5–7); рекомендується використовувати без попередньої переробки.
- 2 категорія — стічні води здатні викликати загальне або хлоридне засолення ґрунтів, з мінералізацією 1,3–2,0 г/дм<sup>3</sup> з вмістом хлоридів більш 300 мг/дм<sup>3</sup>, із співвідношенням одно- і двохвалентних катіонів >2,0. Вміст важких металів оцінюється за другим класом придатності (табл. 6, 7); задовільні санітарно-гігієнічні та токсикологічні показники. Необхідне покращання якості вод шляхом гіпсування для насичення вод кальцієвими солями. При потребі проводити нейтралізацію поливної води сірчаною кислотою; обмеження зрошувальних норм, проведення заходів щодо зниження вмісту важких металів.
- 3 категорія — стічні води здатні викликати засолення і осолонцювання ґрунтів, з мінералізацією від 2 до 3 г/дм<sup>3</sup> і більше, з несприятливими співвідношенням одно- і двохвалентних катіонів, високим рівнем забрудненості (табл. 6) за вмістом важких металів, забруднені в санітарно-гігієнічному відношенні. Непридатні для зрошення і застосовуються на обмежених площах з доброю дренажістю, з виконанням слідуючих заходів щодо їх переробки: обов'язкова глибока підготовка вод (ізоляція токсичних стоків, доочистка, розведення, кислування, гіпсування).

Таблиця 5 (обов'язкова). Норми вмісту нафтопродуктів та детергентів

Назва речовин	ГДК в зрошувальній воді, мг/дм <sup>3</sup>
Феноли	0,1
Нафта багатосірчана	0,1
Нафта та інші нафтопродукти	0,3
Детергенти	0,2

- 4.8. В ряді випадків виконання агроеліоративної та екологічної оцінки стічних вод на підставі розрахункових методів і встановлених критеріїв якості являється недостатнім для визначення придатності стічних вод для зрошення. В таких випадках проводяться польові досліді, де встановлюється придатність стічних вод для зрошення на основі визначення агроеліоративних та санітарно-екологічних показників експериментальним шляхом для конкретного об'єкту дослідження.
- 4.9. Одним із екологічних критеріїв оцінки якості стічних вод являється визначення санітарно-гігієнічних та мікробіологічних показників: ХПК (біхроматна окислюваність), БСК<sub>5</sub>, БСК<sub>20</sub> (біологічне споживання кисню), титр ЛКП, колі-індекс, загальна мікробна

- осіменінність, титр ентерококів, сальмонел, патогенних серотипів кишкової палички, наявність або відсутність яєць геогельмінтів.
- 4.10. Вода є придатною для зрошення, якщо загальна мікробна осіменінність (при 37°C за 24 год.) не перевищує 100 бактерій в 1 см<sup>3</sup>, коли-індекс не повинен перевищувати 1000 од. в дм<sup>3</sup> (1 дм<sup>3</sup>), коли-фаги не більш як 1000 од. в дм<sup>3</sup> (1 дм<sup>3</sup>).
- 4.11. Біологічно очищені стічні води, які використовуються для зрошення, не повинні вміщувати патогенних бактерій, вірусів, життєздатних яєць геогельмінтів.
- 4.12. При зрошенні стічними водами санітарно-екологічним показником забруднення ґрунту і гальмування процесів мінералізації являється високий вміст органічного вуглецю, органічного азоту при відсутності аміаку.  
Підвищений вміст аміаку, нітритів і нітратів свідчить про процеси самоочищення ґрунту від азотомістучих органічних речовин, що надходять із стічними водами.  
Доочистка біологічно очищених міських стічних вод ґрунтовими методами виключає можливість надходження патогенних бактерій і вірусів у ґрунтові води. Найліпший ефект доочистки стічних вод у санітарно-гігієнічному відношенні досягається в теплу пору року (збільшується активність мікроорганізмів). Якість стічних вод, що використовуються для зрошення за санітарно-гігієнічними показниками, повинна відповідати санітарно-екологічним вимогам, що регламентуються “Санітарними правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения” (СанПиН №1630-88), СНиП П.04.03-85 “Канализация, наружные сети и сооружения”.

Таблиця 6 (обов'язкова). Оцінка придатності стічних вод за вмістом важких металів та інших хімічних елементів

Показники	Оцінка якості води, мг/дм <sup>3</sup>	
	I клас придатності	II клас гранично придатна
цинк	1,0	від 1,0 до 5,0
марганець	0,1	від 0,1 до 0,2
хром <sup>+3</sup>	0,2	від 0,2 до 0,5
хром <sup>+6</sup>	0,05	від 0,05 до 0,15
бор	0,3	від 0,3 до 1,0
нікель	0,02	від 0,02 до 0,1
мідь	0,01	від 0,01 до 1,2
кобальт	0,03	від 0,03 до 0,01
свинець	0,03	від 0,03 до 0,1
кадмій	0,003	від 0,003 до 0,01
ртуть	0,0005	від 0,0005 до 0,003
фтор	0,7	від 0,7 до 1,5

- 4.13. При оцінці якості стічної води слід також визначати токсикологічні показники: вміст фенолів, нафти і нафтопродуктів, детергентів. Кількість цих речовин в зрошувальній воді лімітується за показниками фітотоксичності і санітарної токсичності. Воду вважають придатною для зрошення, якщо вміст цих речовин не перевищує гранично допустимих концентрацій (табл. 5).
- 4.14. Оцінку якості зрошувальних вод за вмістом хімічних елементів та важких металів слід виконувати згідно розробок Мінохорони здоров'я України та Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН (табл. 6), де враховується пріоритетність показників та ступінь небезпеки елементів (Додаток 1).

Для цього визначається:

1. Коефіцієнт концентрації хімічних речовин ( $K_c$ ) за формулою:

$$K_c = \frac{C}{C_\phi}$$

$C$  — вміст елементу в зрошувальній воді, мг/дм<sup>3</sup>,

$C_\phi$  — фоновий рівень вмісту елементу в природних джерелах, мг/дм<sup>3</sup> (Додаток 2).

2. Сумарний показник ( $Z_c$ ) забруднення за формулою:

$$Z_c = \sum_i^n K_c - (n - 1)$$

$n$  — сума всіх елементів.

Оцінку якості зрошувальної води за рівнем  $Z_c$  виконують згідно табл. 7.

Таблиця 7 (обов'язкова). Оцінка якості стічних вод для зрошення за сумарним показником забруднення

Рівень забруднення зрошувальної води	Величина	Оцінка якості води
Низький	менше 10	Клас I. Придатна
Середній	від 10 до 50	Клас II. Гранично придатна
Високий	від 50 до 100	Непридатна
Дуже високий	від 50 до 100	Непридатна
	більше 100	Непридатна

## 5. СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ СТІЧНИХ ВОД

- 5.1. Умови переробки стічних вод та їх сільськогосподарське використання повинні взаємодіяти з природно-кліматичними умовами відповідних зон України. Додаткова переробка стічних вод необхідна при застосуванні їх в умовах посушливої степової зони, де спостерігається підвищення мінералізації природних вод і високий вміст натрієвих солей та хлоридів.
- 5.2. При проектуванні зрошувальних систем та вирішенні питання відведення стічних вод на зрошення необхідно забезпечити їх переробку:
  - Промислові підприємства, які скидають недостатньо очищені стоки в загальну каналізацію, обладнати ефективною локальною очисткою; виключити скид в загальну каналізаційну мережу, або довести до необхідних вимог високомінералізовані стічні води: підприємств чорної та кольорової металургії, машинобудівної промисловості, рибопереробних заводів, м'ясокомбінатів, хлібозаводів та інших.
  - При проектуванні нових підприємств слід передбачати зворотні системи водопостачання і повторне використання розсолів.
- 5.3. В залежності від вихідного хімічного складу і умов використання, підготовка стічних вод для зрошення включає:
  1. Відстоювання;
  2. Усереднення;
  3. Розбавлення;
  4. Нейтралізацію;
  5. Гіпсування;
  6. Змішування з іншими видами стічних вод.
- 5.4. Ефективна передполивна переробка стічних вод забезпечується в накопичувачах, водосховищах, басейнах для акумуляції стічних вод, де в процесі тривалого зберігання їх якість покращується. Цьому сприяють природні процеси самоочищення вод, що проходять у водоймищах в процесі їх накопичення в позавегетаційний період.
- 5.5. Зниження концентрації мінеральних і органічних речовин досягається шляхом розбавлення стічних вод чистими (водами рік, озер, ставків) або стічними водами з меншою мінералізацією і більш низьким вмістом токсичних інгредієнтів та важких металів.

- 5.6. Нейтралізація води і зменшення співвідношення катіонів на користь кальцію для поліпшення поливної води здійснюється шляхом додавання гіпсу, фосфогіпсу, вапна та інших речовин, що містять кальцій.
- 5.7. При використанні стічних вод для зрошення солонцюватих ґрунтів необхідне насичення їх кальцієвими солями. При цьому слід враховувати потребу їх для відновлення родючості солонцюватих ґрунтів. Розрахунок норм гіпсу (фосфогіпсу) для меліорації поливної води рекомендується виконувати за відповідними формулами (Додаток 3).
- 5.8. При мінералізації поливної води 1,5–2,0 г/дм<sup>3</sup> і слабкому осолонцюванні ґрунтів при гіпсуванні вод застосовується доза гіпсу 0,4–0,8 т на 1000 м<sup>3</sup>.  
В умовах Криму рекомендується переробка стічних вод шляхом глибокої доочистки з використанням методу електрохімічного кондиціонування. Встановлено, що електрохімічне кондиціонування забезпечує зниження в біологічно очищених стічних водах концентрації синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) на 30–50%, бактеріальних забруднень на 92–98%, а також зменшення хлоридів, натрію та інших токсичних сполук на 10–15%.

## 6. ПІДБІР КУЛЬТУР, СХЕМИ ПОБУДОВИ СІВОЗМІН

- 6.1. “Санітарними правилами розташування і експлуатації землеробських полів зрошення”, 1985, на зрошуваних стічними водами землях, сільськогосподарських угіддях дозволяється вирощувати технічні, зернові і кормові культури, дерево-кущові насадження; овочеві і плодово-ягідні культури зрошувати стічними водами забороняється.
- 6.2. При застосуванні стічних вод в умовах зрошеного землеробства найвищий ефект досягається при вирощуванні чутливих на зрошення кормових культур: люцерни, кормових буряків, кукурудзи та ін. Тому, на зрошуваних землях слід впроваджувати інтенсивні кормові сівозміни, в яких провідне місце повинні займати багаторічні трави, вологолюбиві та солестійкі сільськогосподарські культури.
- 6.3. Оптимальне насичення посівами люцерни в кормових сівозмінах повинно складати 35–40%, спеціалізованих по виробництву кормів на промисловій основі — 40–60%. Крім багаторічних трав, на масивах, зрошуваних стічними водами, слід більш широко вирощувати силосні культури (кукурудзу, сорго), кормові коренеплоди, однорічні трави (суданку) і ін., а також кукурудзу на зерно, ячмінь і т.д. Для підвищення білкової цінності кормів рекомендується застосовувати чисті або змішані посіви бобових культур (горох, соя і ін.).
- 6.4. Для збільшення продуктивності сільськогосподарських угідь, використання більшої кількості стічних вод, збільшення тривалості періоду вегетаційного зрошення, слід застосовувати повторні посіви проміжних культур. Під проміжними культурами рекомендується займати до 30–35% сівозмінної площі. Вирощування проміжних культур ранньовесняного, поукісного, післяжнивного та осіннього строків посіву має можливість додатково отримати до 17–25 ц кормових одиниць з 1 га.
- 6.5. При використанні стічних вод слід застосовувати науковообґрунтовані системи сівозмін. В цих сівозмінах повинні застосовуватись загальноприйняті вимоги: посіви бобових культур необхідно чергувати з небобовими; повинна чергуватись зміна культур із глибоко- і мілкопроникаючими кореневими системами, просапних — із культурами суцільного посіву. Недопустимо розміщення в повторних посівах або рядом культур, які пошкоджуються одними і тими ж шкідниками і хворобами.
- 6.6. Необхідно дотримуватись слідуєчих варіантів побудови схем кормових сівозмін для зрошувальних систем із застосуванням міських стічних вод:  
Лісостепова зона:
1. Конюшина + злакові;
  2. Конюшина + злакові;
  3. Кукурудза на силос;
  4. Озима пшениця;
  5. Кормовий буряк;
  6. Кукурудза на силос + пожнивні;
  7. Кукурудза на зерно;
  8. Ячмінь на монокорм + підсів трав.

Степова зона: I. 1. Люцерна; 2. Люцерна; 3. Кукурудза на силос і зелений корм; 4. Озима пшениця + поживні; 5. Кормовий буряк; 6. Кукурудза на силос + поживні; 7. Ячмінь на монокорм + люцерна;

II. 1–2 поля — люцерна; 5. Озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 4. Кукурудза на силос; 5. Озима пшениця + злаково-бобова сумішка; 6. Кукурудза на силос + соя; 7. Осимі на зелений корм + кукурудза на силос + кормові коренеплоди; 8. Озима пшениця; 9. Однорічні трави + люцерна.

III. 1–,2–,3 поля — люцерна; 4 Осимі злаково-бобові сумішки + післяюкісна кукурудза на силос; 5 — кукурудза на силос; 6 — ранньовесняні злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни.

- 6.7. Як із сільськогосподарської, так і з санітарної точки зору, доцільно зелену масу трав використовувати для виробництва вітамінних трав'янистих кормів штучного сушіння — боршна, гранул, брикетів.

## 7. ОСОБЛИВОСТІ РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ<sup>3</sup>

- 7.1. Один із найважливіших резервів економії води та збереження родючості ґрунтів досягається шляхом удосконалення режимів зрошення сільськогосподарських культур, нормування зрошувальних вод і застосування спеціальних агротехнічних прийомів (післяполивні рихлення, боротьба з бур'янами та ін.).
- 7.2. При оптимальному режимі зрошення ступінь участі окремих поливів у формуванні врожаю нерівнозначний, тому слід регулювати їх кількість (в сторону зменшення) при мінімальних втратах продукції. Особливо це потрібно враховувати при використанні для зрошення стічних вод. З метою найбільш ефективного використання кожного кубічного метра зрошувальної води і максимального отримання продукції з гектару сівозмінної площі, необхідно ув'язувати режим зрошення окремих культур у сівозміні.
- 7.3. Режим зрошення сільськогосподарських культур стічними водами в основному не відрізняється від поливу річковими водами для даної зони. Проте, при використанні стічних вод, слід враховувати особливості природно-кліматичних умов, де рекомендується їх застосування.
- 7.4. Зрошувальні норми розраховуються за формулою:  

$$M_o = \sum B - O (B - v) - \Gamma ;$$
де  $M_o$  — зрошувальна норма, м<sup>3</sup>/га;  
 $\sum B$  — сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га;  
 $O$  — сума корисних опадів за цей же період, м<sup>3</sup>/га;  
 $B$  — запас ґрунтової вологи в кореневмісному шарі на час поливів, м<sup>3</sup>/га;  
 $v$  — те ж, в період збирання врожаю;  
 $\Gamma$  — кількість вологи, що використовують рослини із ґрунтових вод.
- 7.5. З метою запобігання змикання поливних вод з ґрунтовими і підземними водами необхідно застосовувати оптимальні режими зрошення основних с.-г. культур з поливними нормами, не перевищуючими 250–300 м<sup>3</sup>/га.  
Зрошувальні норми рекомендуються з урахуванням природних зон, типу ґрунтів, їх водно-фізичних властивостей, водопотреб сільськогосподарських культур.

Таблиця 8 (рекомендована). Зрошувальні норми для сільськогосподарських культур

Культура	Зрошувальні норми, м <sup>3</sup> /га	
	Лісостеп	Степ
Багаторічні трави	2400–3000	—
Люцерна	—	2800–3500
Озима пшениця	500–1000	700–1300
Кормовий буряк	1500–2000	2100–3000
Кукурудза на силос	1800–2000	2000–2800

<sup>3</sup> Використані матеріали досліджень з кн. Писаренко В.А., Горбатенко Е.М., Йокича Д.Р. "Режими орошения сельскохозяйственных культур". К.: Урожай, 1988. — с. 84.

Однорічні трави	800–1000	—
-----------------	----------	---

- В Додатку 4 представлені величини зрошувальних норм для сільськогосподарських культур в умовах України в різні за погодними умовами роки, що забезпечують отримання максимальної врожайності.
- 7.6. При проектуванні і експлуатації зрошувальних систем поливні режими слід планувати для умовно середньосухого року (75% забезпеченість). В умовах зон України пропонується будувати зрошувальні системи з врахуванням погодних умов сухого року (95% забезпеченість), щоб уникнути недобору врожаю в посушливі роки (Додаток 5).
- 7.7. Рекомендовані режими зрошення необхідно регулювати з метою економного використання зрошувальної води. Згідно розробки ІЗЗ УААН пропонується застосування таких методів регулювання режимів зрошення: диференціація нижньої межі передполивної вологості і глибини зволоження ґрунту (за періодами росту і розвитку рослин з врахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур); скорочення поливної норми на прогнозовану величину опадів в міжполивний період; мобілізація біологічних ресурсів рослин; регулювання фітоклімату посівів.
- 7.8. В критичні періоди рослини особливо чутливі до нехватки вологості, тому поливи культур необхідно проводити при оптимальній вологості ґрунту. Критичні періоди і їх тривалість для основних сільськогосподарських культур південного степу України показані на рис. 1. Календарні строки проходження критичних періодів у культурних рослин, як правило, не співпадають. Це дає можливість оптимізувати поливний режим культур в зрошувальній сівозміні.
- 7.9. Нижня межа оптимальної вологості залежить від фізичних властивостей ґрунту. Для більшості культур оптимальна нижня межа вологості в середні за погодними умовами роки складає: на важкосуглинистих ґрунтах — 75–80% НВ, середньо- і легкосуглинкових — 65–70% НВ, супісках — 50–60% НВ.
- 7.10. Згідно методу регулювання фітоклімату рослин слід проводити освіжувальні поливи, аерозольне зволоження і імпульсне дощування, що підвищує вологість повітря в травостої і тим самим зменшує випаровування рослинної поверхні. Прийоми регулювання фітоклімату посівів найбільш дієві в критичні періоди розвитку рослин при гострій повітряній посуші.
- 7.11. Строки поливу визначаються різними методами: за фазами росту, морфологічними ознаками, фізіологічними показниками, вологістю ґрунту, дефіцитом вологості повітря. Широке розповсюдження отримав класичний і найбільш достовірний метод призначення строків поливу за вологістю ґрунту. Термостатно-ваговий метод оснований на відборі і висушуванню зразків ґрунту. Цей метод дозволяє правильно встановлювати не тільки строки поливу, але й поливні норми.
- 7.12. Метод призначення поливів за вологістю ґрунту: відбір зразків здійснюється ґрунтовим буром на всю розрахункову глибину ґрунту через кожні 10 см, ґрунт в кількості 30–50 г розміщують в алюмінієві стаканчики (бюкси). На полі, в залежності від його площі, однорідності мехскладу ґрунту, техніки поливу, зразки беруть із 9–12 окремих свердловин. Після зважування стаканчики відкривають і поміщають у сушильну шафу, де сушать протягом 6–8 годин при температурі 105–110°C, знову зважують і знову сушать на протязі двох годин до сталих вагових показників.
- При необхідності слід користуватись прискореним методом (ІЗЗ УААН) сушки ґрунтових зразків при температурі 140–150°C на протязі 2–2,5 години. Вологість ґрунту в вагових процентах визначають за формулою:

$$Ч = \frac{a - b}{b - c} \times 100$$

де Ч — вологість ґрунту, % від маси сухого ґрунту;

а — маса бюкса з сирим ґрунтом, г;

в — маса бюкса з абсолютно сухим ґрунтом, г;

с — маса порожнього бюкса, г.

Після визначення вологості ґрунту знаходять середній показник до кожного шару, а потім — до розрахункового шару в цілому із всіх свердловин. За цим середнім показником вологості ґрунту визначають строки чергового поливу і величини поливної норми.

- 7.13. Розроблені і впроваджуються у виробництво ряд методів визначення вологості ґрунту безпосередньо в польових умовах з використанням слідуєчих приладів: “Днестр-І”, “ВПГР-І”, “ІМ-ІІ”, якими устатковуються лабораторії управлінь зрошувальних систем і водогосподарських організацій. “ВПГР-І” дозволяє визначати вологість ґрунту на необхідній глибині за різними схемами і підвищити продуктивність праці в 2–3 рази в порівнянні із термостатно-ваговим способом.  
Викладені рекомендації до режимів зрошення можуть застосовуватися також в різних ґрунтово-кліматичних умовах із врахуванням посухостійкості вирощуваних сільськогосподарських культур і їх розміщення в системі сівозміни.
- 7.14. При встановленні зрошувальних і поливних норм на масивах, зрошуваних стічними водами, необхідно враховувати самоочищуючу здатність ґрунту. Ступінь очистки залежить від норми водоподачі і від потужності фільтруючого шару ґрунту. При тривалому зрошенні ґрунт перенасичується речовинами, привнесеними стічними водами, самоочищуюча здатність його поступово зменшується. Тому слід постійно підтримувати рівновагу між надходженням хімічних речовин стічних вод і використанням їх рослинами, витримувати міжполивні періоди.
- 7.15. Згідно санітарно-гігієнічних вимог, при зрошенні стічними водами, строки проведення поливів необхідно ув’язувати із строками збирання врожаю сільськогосподарських культур та укосами трав на культурних пасовищах, тобто між поливами і збиранням врожаю повинна бути перерва 14–21 днів.

## 8. ВОДНО-СОЛЬОВИЙ РЕЖИМ ЗРОШУВАНИХ МАСИВІВ

- 8.1. Водно-сольовий режим ґрунту являється показником меліоративних і екологічних процесів у ґрунті. З метою регулювання сольового режиму слід користуватися коефіцієнтом сезонної акумуляції, який являється часткою від ділення показника осіннього вмісту легкорозчинних солей в певному шарі ґрунту (т/га) на показник вмісту солей весною. Це дає можливість оцінити: чи відбулось і в якому розмірі на протяжі вегетаційного періоду збільшення запасу солей в тих чи інших частинах ґрунтового профілю.
- 8.2. Регулювання і контроль сольового режиму ґрунтів при використанні для зрошення стічних вод необхідно здійснювати шляхом застосування наступної номограми (рис. 2).  
Приводимо приклад розрахунку і користування номограмою:  
Приклад І. Вміст солей в розрахунковому метровому шарі ґрунту на початку вегетації складає ( $S_1$ ) = 0,10% від маси сухого ґрунту; полив проводиться стічною водою з мінералізацією ( $K$ ) = 1,5 г/дм<sup>3</sup>. Зрошувальна норма ( $H$ ) = 6000 м<sup>3</sup>/га. Вміст солей в кінці вегетації в тому ж шарі ( $S_2$ ) = 0,14% від маси сухого ґрунту. Об’ємна маса ( $W$ ) ґрунту становить 1,4 т/м<sup>3</sup>.  
На нижній осі ординат номограми знаходимо значення  $S_1$  (точка 1’) і через нього проводимо лінію, паралельну до осі абсцис до перехрестя з лінією розрахункових шарів ґрунту (точка 2’). Потім проводимо перпендикулярну лінію осі абсцис до перехрестя з лінією об’ємних мас розрахункового шару ґрунту (точка 3’) і, проводячи горизонтальну лінію, знаходимо точку 4’ на осі ординат, яка відповідає вмісту солей в розрахунковому шарі 14 т/га. На лівій осі абсцис знаходимо суму солей наявних в стічній воді (1,5 г/дм<sup>3</sup>), точка 1, проводимо перпендикулярну лінію до перехрестя з лінією зрошувальних норм (6000 м<sup>3</sup>/га) і знаходимо точку 2, через яку проводимо горизонтальну лінію, знаходимо точки 3 і 4. Точка 3 відповідає кількості солей, що надходять в ґрунт зі стічними водами. В даному випадку — 9 т/га. Опустивши вертикаль із точки 4 до лінії розрахункових шарів ґрунту (точка 5) і проводячи горизонталь до нижньої осі ординат, знаходимо очікуване надходження солей в ґрунт із стічними водами в % від маси сухого ґрунту (точка 6), вона відповідає 0,06%. Аналогічно при значенні  $S_2 = 0,14\%$ , знаходимо вміст солей в розрахунковому шарі ґрунту в кінці вегетації, що складає 20 т/га. Тобто, 14 т + 9 т – 20 т = 3 т/га солей, які можуть бути накопиченні в метровому шарі ґрунту зрошеного масиву за поливний період, що складає 0,10% + 0,06% – 0,14% = 0,02% від маси сухого ґрунту.
- 8.3. Якщо за осінньо-зимовий період пройде деяке розсолення ґрунту, для встановлення цього процесу необхідно провести повторне визначення вмісту солей в розрахунковому шарі в % від маси сухого ґрунту ( $S_1$ ) на початку наступного вегетаційного періоду.



Можуть бути такі випадки:

1.  $S_1 < S_3 < S_2$  — відбувається часткове розсолення ( $S_2 - S_3$ ) і часткове накопичування ( $S_3 - S_1$ ) солей у ґрунті (стічні води придатні для зрошення, але потрібно провести ряд агро меліоративних заходів, направлених на зменшення солей у ґрунті).
2.  $S_3 < S_1$  — відбувається значне розсолення ґрунту (стічні води придатні для зрошення).
3.  $S_3 > S_2$  — немає розсолення, відбувається накопичування солей в ґрунті за рахунок вмісту їх в стічній воді (стічні води непридатні для зрошення).

Приклад 2. Всі дані такі ж самі, тільки вміст солей в розрахунковому шарі ґрунту в кінці вегетації складає  $S_2 = 0,18\%$  від маси сухого ґрунту. По номограмі знаходимо (в такому ж порядку) зміну сольового складу ґрунту  $14 \text{ т} + 9 \text{ т} - 25,5 \text{ т} = -2,5 \text{ т}$  або  $0,10\% + 0,06\% - 0,18\% = -0,02\%$ . В цьому випадку значення  $-2,5 \text{ т}$  означає появу солей у ґрунті та ґрунтових водах. Це результат порушення плану водокористування, завищення зрошувальних норм, безконтрольного відношення до хімічного складу стічних вод та інше.

- 8.4. Наявність однієї і тієї ж кількості солей у ґрунті при зміні їх якісного складу має різний вплив на розвиток сільськогосподарських культур.

Граничний ступінь токсичності деяких іонів визначається такими показниками (%/мг-екв):

$$\text{CO}_3^{2-} = 0,001/0,03; \text{HCO}_3^{-} = 0,06/0,8; \text{Cl}^{-} = 0,01/0,3; \text{SO}_4^{2-} = 0,08/1,7.$$

“Сумарний ефект” дії токсичних іонів слід виражати в еквівалентах хлору. Приймаються такі параметри:

$$\text{Cl}^{-} = 0,1 \text{ CO}_3^{2-} = (2,5 - 3,0) \text{ HCO}_3^{-} = (5,0 - 6,0) \text{ SO}_4^{2-}.$$

При цьому враховуються тільки токсичні іони. Ступінь засолення ґрунтів встановлюється на основі представленої класифікації табл. 9.

Таблиця 9 (рекомендована). Ступінь засолення ґрунтів

Ступінь засолення	“Сумарний ефект” токсичних іонів ( $\text{CO}_3^{2-}$ ; $\text{HCO}_3^{-}$ ; $\text{Cl}^{-}$ ; $\text{SO}_4^{2-}$ ), виражений в мг-екв $\text{Cl}^{-}$
Незасолені	<0,3
Слабозасолені	0,3–1,0 (1,5)
Середньозасолені	1,0 (1,5)–3,0 (3,5)
Сильнозасолені	3,0 (3,5)–7,0 (7,5)
Надзвичайно засолені	7,0 (7,5)

- 8.5. При засоленні ґрунтів якою-небудь однією сіллю слід користуватися нижчими показниками “сумарного ефекту”, а при засоленні різними солями, особливо в присутності гіпсу — вищими.

При зрошенні стічними водами за промивним типом з мінералізацією води  $1,5-2,0 \text{ г/дм}^3$  у співвідношенні  $\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}$  і  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  менше 2, ґрунти за вмістом токсичних солей практично залишаються незасоленими на протязі 2–3 ротацій сівозміни. При проведенні зрошення за непромивним типом можлива загроза засолення ґрунтів за вмістом токсичних іонів на 2, 5, 7 рік у першій ротації сівозміни і періодичний розвиток процесів засолення в послідуючих ротаціях.

- 8.6. В залежності від вмісту увібраного натрію ґрунти ділять на наступні групи: несолонцюваті (вміст натрію не більше 3–6% ємкості поглинання); слабосолонцюваті (5–10%); солонцюваті (10–20%); солонці (більше 20%). Попередження процесів засолення і осолонцювання регулюється шляхом внесення меліорантів і застосування меліоративних заходів в зонах несприятливих в агро меліоративному відношенні.

- 8.7. В регіонах Криму з несприятливими гідрогеолого-меліоративними умовами (Сиваш, Керченський півострів та ін.), зрошення стічними водами здійснюється лише за умови регулювання водно-сольового режиму ґрунту та ґрунтів зони аерації (рис. 2). Основним технічним засобом регулювання являється дренаж<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> *Руководство по технологии с.-х. использования городских сточных вод в Украинской ССР. РНТД 33.34.003-86; СНиП-П-62-74 “Сооружения мелиоративных систем”; ВСН 33-2.2.02-86*

## 9. СПОСОБИ І ТЕХНІКА ПОЛИВУ

- 9.1. Вибір способу і техніки поливу необхідно проводити з врахуванням рельєфу, ґрунтових і гідрогеологічних умов зрошувальних земель, а також фізико-хімічного складу стічних вод, санітарних і природоохоронних вимог.
- 9.2. Специфіка використання стічних вод для зрошення обумовлює перевагу проектування і будівництва закритих зрошувальних систем. Таким системам відповідають: внутрішньогрунтовий спосіб поливу; дощування машинами при заборі води із закритої зрошувальної мережі з трубопроводів, маючих водовипуски з використанням поливних машин на базі дощувальних.
- 9.3. Внутрішньогрунтове зрошення стічними водами (ВГЗ) забезпечує подачу поливної води за системою трубок-зволожувачів, закладених на відповідній відстані одна від другої в ґрунтовий шар, яка безпосередньо надходить в кореневу зону рослин і під дією всмоктуючої сили ґрунту рівномірно розподіляється, що дозволяє ефективно регулювати водно-повітряний режим ґрунту, досягаючи при цьому високого ступеня ґрунтової очистки і доочистки стічних вод.
- 9.4. Системи внутрішньогрунтового зрошення з використанням стічних вод слід розташовувати не ближче 100 м від жилої забудови, 50 м від тваринницьких комплексів, 25 м від шосейних доріг і автотрас.
- 9.5. Проектування систем внутрішньогрунтового зрошення повинно виконуватися на основі посібника до ВСН 33.2.2.01-85 і ВСН 33.2.2.02-86 “Проектування систем внутрішньогрунтового зрошення з використанням природної води, підготовлених стічних вод тваринницьких комплексів, міст, сільських населених пунктів і промислових підприємств”, 1987; і “Інструкції по проектуванню, будівництву і експлуатації систем внутрішньогрунтового зрошення стічними водами в Українській РСР” (НТД 33.3.34.001-84).
- 9.6. Основним елементом систем внутрішньогрунтового зрошення являються модульні ділянки площею 10–20 га, які складаються із 10 поливних ділянок. В межах модуля одночасно поливається тільки одна поливна ділянка. Із модулів комплектуються сівзмінні ділянки. Конструкція модульної ділянки включає головні споруди (регулятор рівня), ділянкові розподільвачі, поливні трубопроводи, зволожувальну мережу, збираючі і скидні трубопроводи.
- 9.7. Для виготовлення зволожувачів рекомендується застосовувати поліетиленові щільнотягнуті труби діаметром 25 мм, тип “СЛ”, середньолегкий. Перфорація зволожувачів при роботі на стічних водах повинна мати достатньо велику площу створів і може бути у вигляді щілин розміром 50×1 мм, розташованих у нижній частині труби. Відстань між щілинами-водовипусками 45–60 см. Укладання зволожувачів проводиться безтраншейним способом на глибині 50–60 см. Відстань між зволожувачами визначається в залежності від умов перемикання контурів зволоження, в середньому складає 1,2 м.
- 9.8. Системи внутрішньогрунтового зрошення стічними водами проектується низьконапірними, напір 4,9 кПа (0,5 м) над віссю зволожувача. При такому напорі немає небезпеки виходу стічної води на поверхню навіть при ушкодженні зволожувачів.
- 9.9. Для зрошення стічними водами можливе застосування дощувальної техніки, яка використовується для природної води і спеціально розроблена для стічних вод, перш за все широкозахватної: машини фронтально-позиційної дії (ДКШ-64 “Волжанка”, ДКН-80, ДФ-120 “Дніпро”) і кругової дії (“Фрегат”, ДМУ-А, ДМУ-Б і ДМУ-Асс). Розподіл стічних вод може відбуватися двохконсольними агрегатами (ДДА-100М, ДДА-100МА), комплектами іригаційного устаткування (КІ-50 і “Сіґма”) стаціонарними системами з апаратами (ДД, ДН, ДА).
- 9.10. Інтенсивність дощу повинна відповідати всмоктувальній здатності ґрунту і допустима величина інтенсивності не повинна перевищувати: для важких ґрунтів — 0,1–0,2 мм/хв, для середніх — 0,2–0,3, для легких — 0,5–0,8 мм/хв. При середніх схилах і водопроникненні поливна норма знаходиться в межах 300–400 м<sup>3</sup>/га.
- 9.11. Проектування мережі при дощуванні ведеться у відповідності із “Керівництвом по проектуванню внутрігосподарської зрошувальної мережі для дощувальних машин

- “Фрегат”, “Волжанка” і “Дніпро”, 1979. Полив дощуванням проводиться при швидкості вітру не більше 3 м/сек.
- 9.12. Поверхнєве зрошення не рекомендується при малій потужності ґрунтового шару і сильній водопроникненості ґрунтів (інтенсивність всмоктування — більш ніж 15 см за першу годину) в зв'язку із значними витратами води на глибинні скиди та небезпеку змикання з ґрунтовими водами.
- 9.13. При схилах до 0,002° слід здійснювати поливи затопленням чеків або напуском по широким смугам. При схилах більше 0,002° для просапних культур слід застосовувати поливи з борознами із постійним струменем; для культур суцільного сіву — полив напуском з вузькими смугами.

## 10. ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

На основі досліджень на масивах, зрошуваних стічними водами, розроблені заходи до підвищення родючості зрошувальних земель із застосуванням комплексу агротехнічних, хімічних, екологічних і агро меліоративних прийомів на фоні прогресивних способів зрошення і дренажу. Екологічні меліорації в першу чергу повинні включати всі види ґрунтових меліорацій: покращання поживного і сольового режиму ґрунтів, створення екологічно обґрунтованих травопільних сівозмін, внесення екологічно чистих добрив та ін.

При використанні стічних вод меліорація повинна бути направлена на створення оптимальних екологічних умов для утворення перегнійних речовин (гумусу), зберігання вологи, поліпшення санітарно-екологічного стану ґрунту (регулювання самоочисної здатності, знешкодження токсикантів).

### 10.1. Органічні і мінеральні добрива

- 10.1.1. Утворення гумусу і збереження вологи слід регулювати шляхом внесення органічних і мінеральних добрив, які повинні вноситись із врахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов та балансових розрахунків, згідно фізіологічних вимог різних сільськогосподарських культур.
- 10.1.2. Щодо забезпечення ґрунту поживними речовинами, сільськогосподарські культури, що зрошуються стічними водами, слід розділити на дві основні групи: I — культури невисокого виносу поживних речовин — зернові; II — культури підвищеного виносу — кормові коренеплоди, деякі технічні і кормові культури.  
Забезпеченість ґрунтів доступними формами азоту, фосфору і калію представлені в Додатку 6.
- 10.1.3. На карбонатних ґрунтах півдня України, що мають підвищену лужність, необхідно вносити фізіологічно кислі мінеральні добрива. Із фосфорних добрив для удобрення слід застосовувати порошкоподібний суперфосфат (універсальне добриво); із калійних — сірчаноокислий калій (сульфат калію), калійну сіль; із азотних добрив — аміачну селітру, сірчаноокислий амоній, рідкий аміак, аміачну воду, мочевину.  
Мінеральні добрива повинні вноситись відповідно з системою добрив сільськогосподарських культур (Додаток 7).  
При внесенні добрив слід передбачати як обов'язкове правило — хімічні добрива і меліоранти можуть вноситись у співвідношенні не більше 20 кг на 1 тону органічних добрив.
- 10.1.4. Реакцію середовища (рН ґрунтового розчину) необхідно регулювати в залежності від потреб різних сільськогосподарських культур. рН повинно знаходитись в слідуючих межах: для озимої пшениці 6,6–8,5, ячменю — 6,1–7,2, вівса — 5,5–7,2, жита — 5,5–7,2, люцерни — 7,0–8,3, конюшини — 6,0–6,5, кормового буряка — 5,2–6,8 і 7,5–8,5.
- 10.1.5. Органічні добрива на каштанових ґрунтах рекомендується вносити в дозі 30 т/га сівозмінної площі, а на чорноземах — від 12 до 20 т/га, в залежності від нахилів місцевості. Гній необхідно розкидати спеціальними розкидачами і відразу ж заробляти в ґрунт.
- 10.1.6. Одним із засобів підвищення родючості ґрунту в умовах зрошення стічними водами рекомендується використання як органічного добрива, мулу (осаду) стічних вод. Його використання підвищує водоутримуючу властивість ґрунту, активізує в ній процес нітрифікації, покращує структуру, підвищує вміст у ґрунті гумусу і рухомих форм азоту і фосфору. Мул 60% вологості за удобрювальною цінністю відповідає гною. Мул слід вносити один раз в 3 роки під яблеву оранку. При розрахунку доз внесення мулу

потрібно враховувати вміст токсичних хімічних елементів і важких металів. Тому доза внесення підсушеного мулу в залежності від його складу і типу ґрунту не повинна перевищувати 30 т/га.

- 10.1.7. Менш екологічно небезпечним являється використання мулу у вигляді компостів з різними наповнювачами рослинного походження (солома, тирса, стружка, свіжоскошені та підсушені трави, опад листя, подрібнені гілки, побутове сміття). Дози внесення та умови використання мулу повинні здійснюватись з врахуванням вимог ТУ 204 України 76-93.

## **10.2. Меліоранти**

- 10.2.1. При застосуванні для зрошення стічних вод, з підвищеною мінералізацією і несприятливим співвідношенням катіонів та аніонів, потрібно проводити гіпсування ґрунту. Внесення фосфогіпсу в умовах зрошення зменшує рухомість мулових часток в 1,5–2 рази, збільшує водопроникність ґрунту, ґрунт збагачується кальцієм, що сприяє покращанню його структури.
- 10.2.2. В умовах солонцюватих та солонцевих ґрунтів слід проводити щорічне внесення фосфогіпсу (5–6 т/га), а також вносити інші кальцієві меліоранти. Вносити меліоранти в ґрунт краще восени, після оранки, разом з мінеральними добривами на глибину 2–3 см.
- 10.2.3. Гіпс і гній потрібно вносити тільки окремо. В перший рік гіпс, на другий — гній. Роздільне внесення рекомендується з метою запобігання токсичної дії натрієвих солей і хлору та підвищення ефективності гіпсу.
- 10.2.4. Норми гіпсу розраховуються за відповідними формулами в залежності від типу ґрунту, ступеня їх солонцюватості, кількості раніше внесеного гіпсу, способів і техніки внесення та інших умов (Додаток 8).
- 10.2.5. Основними машинами для розкидання гіпсу являються високопродуктивні РУМ-10 із тракторами Т-150. Для розкидання гіпсу слід застосовувати гноєрозкидачі РПТУ-2 і РПТМ-2 із пристосуванням РМИ-2 для внесення невеликих доз (3 т/га), а також ТУП-3,5 і ТУП-2А із пристосуванням РКМ-50 і РКМ-500. Для даних цілей рекомендується також застосовувати розкидачі типу АРУП-8 і РУП-8, або РУМ-3, І-ПТУ-4 із пристосуванням КСО-9, РПН-4 з РУН-15А.

## **10.3. Обробіток ґрунту**

- 10.3.1. На системах зрошення з використанням міських стічних вод слід впроваджувати раціональний обробіток ґрунту, який сприяє поліпшенню його родючості, екологічного стану; збільшенню виробництва зерна, кормів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських угідь.
- 10.3.2. Для збереження родючості ґрунтів і упередження забур'яненості на зрошувальних землях слід застосовувати комплекс агротехнічних заходів, які включають основний різноглибинний обробіток ґрунту різними знаряддями, в поєднанні з лущенням, вологозарядковими поливами, передпосівними культиваціями та боронуванням, провокуючою появою сходів бур'янів, міжрядними рихленнями просапних культур, внесенням гербіцидів.
- 10.3.3. Для підвищення родючості степових ґрунтів необхідно проводити глибоку оранку, яка забезпечує нагромадження вологи і знищення бур'янів, та являється важливим засобом боротьби з посухою. Глибоку оранку слід здійснювати періодично (на середньосуглинистих ґрунтах) кожні 3–4 роки.
- 10.3.4. В умовах півдня України, де ґрунтоутворчі породи знаходяться на глибині 40–50 см і містять карбонат кальцію або гіпс (зокрема, на лугово-степових і степових солонцюватих комплексах) необхідна плантажна оранка плугами ППУ-50А, ПП-50, ПГ-ППН-50 на глибину 45–60 см. Здійснюють глибоку меліоративну оранку восени під чорний пар або просапні культури із внесенням органічних і мінеральних добрив.
- 10.3.5. Для вирівнювання поверхні поля, після плантажної оранки в агрегаті з плугами слід застосовувати важкі борони. Рано навесні поле обробляють чизельними знаряддями або фрезами на глибину 20–26 см в 2–3 сліди поперек плантажної оранки для перемішування солей меліорантів із верхнім шаром ґрунту.
- 10.3.6. На солонцюватих ґрунтах з низьким вмістом натрію і більш родючим (порівняно до солонців) верхнім горизонтом рекомендується застосовувати ярусну оранку. На каштанових солонцюватих та засолених ґрунтах необхідно проводити щорічне щільовання ґрунту.

- 10.3.7. Межа доцільного поглиблення і періодичності оранки у сівозміні встановлюється для кожної ґрунтової відміни з врахуванням біологічних особливостей культур, застосовуваних систем удобрення, зрошення і інших агротехнічних прийомів.
- 10.3.8. На важких і сильноущільнених ґрунтах при великій кількості поливів необхідний щорічний глибокий обробіток. На середньосуглинкових ґрунтах позитивна дія його триває на протязі 3–4 років. На легких ґрунтах глибоку оранку слід проводити рідше.
- 10.3.9. При використанні стічних вод для зрошення глибокий обробіток ґрунту слід проводити під посіви кормового буряка, кукурудзи, однорічних і багаторічних трав із одночасним внесенням органічних і мінеральних добрив і проведенням попередньої планівки.
- 10.3.10. Необхідно користуватися рекомендованою системою обробітку ґрунту під основні сільськогосподарські культури в польовій сівозміні, розробленій на основі багаторічних досліджень ІЗЗ УААН і передового досвіду (Додаток 9).

#### 10.4. Вологозарядкові та промивні поливи

- 10.4.1. В числі меліоративно-технологічних заходів, направлених на поліпшення водно-сольового режиму незасолених ґрунтів, збереження вологи та упередження випаровування ґрунтової вологи необхідно проводити вологозарядкові поливи та періодичні промивні поливи.
- 10.4.2. Для промивання солей в умовах степової зони рекомендуються вологозарядкові поливи, які мають не тільки зволожувальний характер, але й сприяють поліпшенню водно-сольового режиму ґрунту.
- 10.4.3. Вологозарядкові поливи в першу чергу слід проводити під озиму пшеницю, кукурудзу та люцерну. Зрошення здійснюється після збору врожаю, а також ранньою весною до початку вегетації основних сільськогосподарських культур. Осінньо-зимові опади і вологозарядкові поливи спричиняють стабілізацію сольового режиму незасолених ґрунтів.
- 10.4.4. Промивні поливи слід проводити на солонцюватих та засолених землях за умови вертикального і горизонтального дренажу або на ґрунтах з хорошою природною дренажістю.
- 10.4.5. Для опріснювання метрового шару ґрунту разова промивна норма на легких за механічним складом ґрунтах складає 700–800 м<sup>3</sup>/га, на середніх — 900–1000, на важких — до 1500 м<sup>3</sup>/га. Перерва в подачі води повинна бути не більше, ніж 7–8 днів.
- 10.4.6. Промивну норму розраховують за формулою Астапова С.В., Ковди В.Т., Костякова А.Н.:

$$N = [(ГПВ - W) \times h_1 + \frac{S_1 - S_2}{K} \times h_2] \times q$$

де N — промивна норма (нетто), м<sup>3</sup>/га;

ГПВ — гранично польова вологемкість шару (h<sub>1</sub>) — ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

W — фактична вологість ґрунту в шарі h<sub>1</sub> в % від маси абсолютно сухого ґрунту;

h<sub>1</sub> — потужність шару аерації, в якому фактична вологість перед промивкою нижча рівня зрошуваної вологемкості, см;

h<sub>2</sub> — розрахунковий промивний шар, см;

q — об'ємна маса ґрунтів, т/м<sup>3</sup>;

S<sub>1</sub> — середньоваговий вміст токсичних солей в шарі перед промивкою, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

S<sub>0</sub> — допустимий залишковий вміст токсичних солей (поріг токсичності) в шарі h<sub>2</sub>, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

K — коефіцієнт солевіддачі, який виражає кількість токсичних солей, т; яка буде видалена із шару h<sub>2</sub> однією тонною промивної води.

- 10.4.7. Щоб попередити тимчасову лужність ґрунту (>1 мг-екв НСО<sub>3</sub><sup>-</sup> або появу іона СО<sub>3</sub><sup>2-</sup> >0,03 мг-екв) при промиванні засолених ґрунтів, необхідно утримувати ґрунт в розпушеному стані, вносити фізіологічно кислі добрива і речовини (відходи сірчаної кислоти, залізного купоросу та інших), здійснювати періодичне його гіпсування (4–6 т/га) в залежності від типу ґрунту. При необхідності зрошувальну воду нейтралізують сірчаною кислотою і насичують солями кальцію.
- 10.4.8. Для запобігання ерозії ґрунтів при проведенні вологозарядкових та промивних поливів необхідне передполивне щільювання міжрядь просапних культур.

10.4.9. На зрошуваних землях, де застосовуються промивні та вологозарядкові поливи обов'язково слід здійснювати постійний контроль за вологістю ґрунту, щоб не допустити їх перезволоження. В іншому випадку можливе зниження окислювально-відновлювальних потенціалів ґрунту, що може призвести до високої дисперсності ґрунту, погіршення його структури, збільшення рухомості гумусових часток, утворення корки.

### 10.5. Біологічні методи меліорації ґрунтів

10.5.1. З метою підвищення родючості ґрунтів при застосуванні стічних вод необхідно впроваджувати біологічні методи меліорації — вирощування в сівознах багаторічних трав, повторних посівів проміжних сидеральних культур, збагачення ґрунтів біологічно активними речовинами, вирощування солестійких сільськогосподарських культур. Зрошення стічними водами 1 га трав за вегетаційний період забезпечує очистку 500 м<sup>3</sup> стічних вод.

10.5.2. В умовах близького залягання ґрунтових вод слід вирощувати люцерну, яка сприяє регулюванню рівня ґрунтових вод. Ця сільськогосподарська культура вже в перший рік після посіву суттєво знижує рівень ґрунтових вод, по мірі збільшення кореневої системи (через 2–4 роки) відбувається поступове зниження рівня ґрунтових вод.

10.5.3. Введення в систему сівозмін люцерни в умовах степової зони являється обов'язковим заходом, оскільки це солестійка культура. Вона сприяє зменшенню солей у ґрунті за рахунок їх виносу з урожаєм (до 17–18%). В ґрунтового розчині значно знижується концентрація солей переважно за рахунок поглинання їх корінням рослин і мікроорганізмами.

10.5.4. При використанні для зрошення стічних вод III категорії (розд. 4) (з несприятливими агроеліоративними показниками) слід вирощувати райграс багатоукісний, віку, люцерну, цукровий і кормовий буряки, просо, ячмінь на сіно, сорго. При застосуванні стічних вод II категорії рекомендується вирощувати менш солестійкі культури — ячмінь на зерно, пшеницю, овес, люцерну, горох, соняшник, вівсяницю лучну, стокolos безостий.

Стічними водами I категорії в першу чергу слід поливати найменш солестійкі сільськогосподарські культури: пшеницю, овес на зерно, тимофіївку, суданку, кукурудзу, а також всі вищезгадані культури.

10.5.5. З метою регулювання поглинаючої здатності ґрунтового мікробіоценозу необхідно проводити комплекс агротехнічних заходів (пп. 10.1–10.4), направлених на створення оптимальних умов для діяльності ґрунтових мікроорганізмів, що сприяє поліпшенню одно-сольового режиму ґрунту, знешкодження токсичних речовин, які надходять із стічними водами та створенню сприятливого екологічного середовища для розвитку сільськогосподарських культур.

Сприятливе агроеліоративне середовище створюють мікроорганізми, які поступають із стічними водами, вони підвищують активність ферментів, сприяють споживанню рослинами поживних речовин. Мікроорганізми прискорюють процеси мінералізації органічних речовин і біологічної фіксації азоту, край необхідного для живлення рослин.

10.5.6. Для оптимального мінерального живлення рослин необхідно 15 хімічних елементів, шість із них є основними — це Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, N (у формі NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), P (у формі H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) і S (у формі SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Їх концентрація в ґрунті повинна бути до кількох грамів на 1 дм<sup>3</sup>. Деякі елементи необхідні в мікрокількості (10<sup>-3</sup>–10<sup>-4</sup> г/дм<sup>3</sup>) — це молібден (Mo<sup>6+</sup>), цинк (Zn<sup>2+</sup>), нікель (Ni<sup>2+</sup>), кобальт (Co<sup>2+</sup>), мідь (Cu<sup>2+</sup>), залізо (Fe<sup>3+</sup>), натрій (Na<sup>+</sup>), марганець (Mn<sup>2+</sup>), бор (B<sup>2+</sup>).

Недостача мікроелементів в ґрунті або існування їх в недоступній для рослин формі приводить до зниження врожайності і до захворювання рослин (серцевинна гниль і дуплистість буряка, пустозернистість злаків, сіра плямистість вівса та ін.).

10.5.7. Мікроелементи потрібно вносити у вигляді біологічно активних добрив. Ці добрива повністю усувають захворювання рослин, значно збільшують урожайність.

10.5.8. Мікроелементи вносяться з поливною водою, а також у формі комплексонів. Це органічні сполуки, які створюють високостійкі комплексні сполуки (комплексонати) з іонами металів різних груп.

10.5.9. При використанні стічних вод слід враховувати наявність окремих елементів в стічній воді. Недостачу їх слід доповнювати мікродобривами. Із мікродобрив перевагу слід надавати повністю розчинним у воді сполукам: борній кислоті, молібдену, амонію. При

використанні мідних компонентів придатні — сульфат міді; марганцевих — сульфат марганцю; при цинковій недостатці — сульфат цинку.

- 10.5.10. При відсутності централізованих поставок сільськогосподарському виробництву мікроелементів у вигляді водорозчинних солей слід впроваджувати пристрої, які працюють на принципі анодного розчинення металів. Внесення мікроелементів у вигляді іонів металів з поливною водою забезпечує автономне їх виготовлення на зрошувальній площі (Додаток 10). При цьому майже повністю виключені затрати ручної праці і досягається високий ефект.
- 10.5.11. Біологічні методи меліорації необхідно застосовувати в усіх регіонах України з врахуванням конкретних екологічних та природно-кліматичних умов. Основні сполуки і їх дози, рекомендовані для внесення у вигляді мікродобрив з поливною водою приведені в Додатку 11.

## **11. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ, СЛУЖБА ЕКСПЛУАТАЦІЇ І КОНТРОЛЮ**

- 11.1. Кожен проект зрошувальної системи з використанням стічних вод повинен здійснюватись у відповідності з Законом “Про екологічну експертизу”. Склад проекту має включати оцінку впливу стічних вод на навколишнє середовище (ОВНС). З метою запобігання скиду стічних вод в водні джерела, включаючи малі річки та інші водоймища, рекомендується альтернативний спосіб відведення та доочистки стічних вод — шляхом використання їх після відповідної переробки для зрошення кормових та технічних культур.
- 11.2. При проектуванні і експлуатації зрошувальних систем з використанням стічних вод в розробку меліоративно-природоохоронних заходів входить переведення земель з сільськогосподарських угідь у полігони для утилізації стічних вод, які не повинні порушувати рівновагу існуючої агроєкосистеми.
- 11.3. Виконання вказаних заходів досягається шляхом дотримання технологічних та агро меліоративних норм застосування стічних вод, які включають систему агрохімічного контролю за якістю поливних вод, ґрунту, ґрунтових вод, виконанням санітарно-гігієнічних правил.
- 11.4. Оцінка якості міських стічних вод, що використовуються для зрошення повинна здійснюватись згідно агро меліоративних критеріїв (розд. 4).
- 11.5. Система агрохімічного та агро меліоративного контролю за якістю поливних вод включає постійне визначення санітарно-гігієнічних показників та інших параметрів (важкі метали — свинець, цинк, кадмій, мідь та інші; токсичні речовини — нафтопродукти, феноли, СПАР).
- 11.6. На діючих системах з використанням стічних вод необхідний постійний контроль за дотриманням режимів зрошення за рівнем ґрунтових вод і їх мінералізацією. При погіршенні природних дренажних умов потрібно передбачити будівництво штучного дренажу.
- 11.7. Контроль за водно-сольовим режимом ґрунту необхідно проводити не менш як 2 рази на рік (весною і восени) на спеціально закріплених ділянках, де визначається вміст водорозчинних солей, вміст увібраних основ і ін.
- 11.8. Контроль за хімічним складом зрошувальних вод (включаючи важкі метали і токсичні речовини) і меліоративним станом ґрунтів слід здійснювати через обласні та районні агрохімічні лабораторії, лабораторії міських очисних споруд, які знаходяться у відомі управлінні експлуатації зрошувальних систем.
- 11.9. Контроль за санітарно-гігієнічними параметрами та вмістом важких металів в зрошувальній воді, ґрунті та сільськогосподарській продукції повинен здійснюватись санепідеміологічними службами Мінохорони здоров'я України.
- 11.10. Оцінка якості ґрунтів, зрошуваних міськими стічними водами сільськогосподарських угідь в кінці вегетаційного періоду здійснюється за шкалою оцінки санітарного стану ґрунту (Додаток 12).
- 11.11. Менш небезпечне використання стічних вод для зрошення може бути забезпечене при дотриманні наступних санітарно-гігієнічних правил:
- запобігання випуску стічних вод за межі зрошувальної території і в водоймища;
  - зрошувані ділянки повинні розташовуватись не ближче 750 м від населених пунктів і 100 м від магістральних доріг;

- дощування слід здійснювати низьконапірними середньо- і короткоструменевими установками;
  - найбільш прийнятним в санітарно-гігієнічному відношенні способом поливу очищеними стічними водами — є внутрішньогрунтове зрошення;
  - зрошувальна та поливна норми, строки поливів повинні відповідати вологемкості та вологоутримуючій здатності ґрунту;
  - необхідно регулярно проводити медичне обстеження осіб, працюючих на зрошувальних масивах з використанням стічних вод;
  - персонал повинен бути забезпечений водопроникливим одягом, проходити санітарний мінімум, при влаштуванні на роботу, і проходити щорічне обстеження; один раз на рік він підлягає проведенню профілактичних щеплень проти кишкової інфекції.
- 11.12. Відповідальність за правильну організацію і охорону праці на полях зрошення та дотримання санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівників сільськогосподарських підприємств, де застосовується зрошення. Контроль за екологічною безпекою здійснюється санітарно-епідеміологічною службою, органами екологічної безпеки та державної інспекції по охороні праці.

## **12. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

- 12.1. Економічна оцінка застосування для зрошення стічних вод враховує:
1. Ефективність використання земельних ресурсів;
  2. Екологічні наслідки застосування стічних вод в різних регіонах України.
- 12.2. При розрахунку економічної ефективності використання міських стічних вод для зрошення сільськогосподарських культур слід враховувати особливості природно-кліматичних умов розташування зрошувальної системи, забезпечення окремих районів прісними водними ресурсами, удобрювальні властивості стічних вод та їх якості, ступінь запобігання збитків в навколишньому середовищі, ступінь завданих збитків, а також витрати, необхідні для сільськогосподарського використання стічних вод.
- 12.3. Розподіл витрат рекомендується здійснювати на стадії передпроектних і проектних розробок. Для водокористання слід передбачати компенсацію за рахунок вододавача додаткових витрат, пов'язаних із заходами щодо очистки, доочистки стічних вод ґрунтовим методом у відповідності з санітарно-екологічними і водоохоронними вимогами, обмеженням в підборі сільськогосподарських культур при використанні стічних вод та в особливостях їх реалізації.
- 12.4. Продуктивність ефективності зрошення необхідно визначати за показниками приросту врожаю, одержанням екологічно чистої продукції порівняно з незрошуваними землями, виходом кормових одиниць в центнерах з гектару.
- 12.5. Слід враховувати, що при дотриманні технології зрошення стічними водами в умовах України забезпечує підвищення врожаю кормових і технічних культур у сівозміні в 2–4 рази в залежності від застосованих заходів щодо підвищення родючості ґрунтів. Вихід кормових одиниць з 1 га при використанні стічних вод складає 100 ц і більше (без зрошення — не більше 30–40 ц/га).
- 12.6. Впровадження зрошення біологічно очищеними стічними водами міст в умовах України забезпечує високий додатковий чистий прибуток, який являє собою сукупний економічний ефект, що складається із сільськогосподарського і природоохоронного ефектів.
- Економічні переваги використання біологічно очищених стічних вод з подальшою їх доочисткою ґрунтовим методом порівняно із штучними методами доочистки, ще не одержали повної вартісної оцінки. Однак, доведено, що подача води по схемі “очисні споруди — каналізація — поля зрошення” забезпечує більш раціональне і ефективне використання водних ресурсів у порівнянні із схемою “очисні споруди — каналізація — річка — насосна станція — іригаційна система”.

## **ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ**

1. При виконанні виробничих робіт на зрошувальних системах з використанням стічних вод необхідно дотримуватись правил безпеки і охорони праці, які встановлені спеціальними інструкціями для звичайних меліоративних систем та спеціальних діючих санітарних правил для зрошувальних систем на стічних водах.



2. Особливу увагу необхідно звертати на дотримання правил і інструкцій згідно санітарних вимог щодо техніки безпеки при роботах в траншеях, в каналізаційних колодязях, в складних умовах роботи (вночі, при аваріях).
3. При роботі з дощувальними машинами, тракторами, сільськогосподарськими і спеціалізованими машинами повинні беззастережно виконуватись санітарні правила та “Правила техніки безпеки”.
4. До роботи на зрошувальних системах з використанням стічних вод допускаються особи, не молодші 18 років, які пройшли попередній медичний огляд, ознайомлені з правилами і нормами техніки безпеки, виробничої санітарної та протипожежної охорони, а також способами надання першої допомоги при нещасних випадках.
5. Для надання першої допомоги при травмах і нещасних випадках на виробничо-експлуатаційному участку, на об’єктах ремонтних робіт, насосних станціях повинні бути аптечки з запасом медикаментів та перев’язувальних матеріалів.
6. Для осіб, працюючих на поливі стічними водами повинні бути передбачені: забезпечення питною водою, умивальник, душ-пропускник, приміщення для сушіння спецодягу і зберігання його в індивідуальних шафах, приміщень для приймання їжі та відпочинку.
7. Обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений спецодягом для літнього та зимового часу (комбінезон, халат, непроникний плащ, рукавиці, брезентовий костюм та ін.). Особи, працюючі з дощувальними установами, обов’язково повинні мати респіратори.
8. Роботи, пов’язані з поливом стічними водами, відбором проб стічних вод, ґрунту та ін. слід проводити у відповідному спецодязі та спецвзутті. При відборі проб стічних вод з каналізаційних колодязів необхідно використовувати спеціальні пробовідбірники із шнуром. Забороняється спускатись в колодязь, де можуть накопичуватися шкідливі гази, що приводять до отруєння організму людини.
9. Забороняється проводити поливи дощуванням біля ліній електропередач, які знаходяться на віддалі менш, ніж 30 м від зони зрошення.
10. Особи, що зайняті на роботах з одержанням та розподілом стічних вод, приймаючи участь в проведенні поливів, доглядом і ремонтом зрошувальної сітки та споруд, на роботах контрольної служби (аналізи стічних вод, ґрунту, рослин) мають право на одержання спецхарчування (молока), що призначається адміністрацією сумісно з профсоюзною організацією на основі заключення місцевих санітарних органів.
11. Відповідальність за правильну організацію роботи на полях зрошення, охорону праці, дотримання санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівників сільськогосподарських підприємств, агрофірм, господарств. Контроль за проведенням цих заходів повинні здійснювати органи МОЗ та Мінекобезпеки України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Использование сточных вод для орошения. К.: Урожай, 1969. — с. 160.
2. Оросительные системы с использованием сточных вод. Нормы проектирования. ВСН.33.3.02-86. Минводхоз СССР, 1986. — с. 85.
3. Руководство по технологии сельскохозяйственного использования городских сточных вод в Украинской ССР (РНТД 33.34.003-86). К.: Минводхоз УССР, 1986. — с. 39.
4. Рекомендації з охорони водних, ґрунтових і рослинних ресурсів від біогенного і фтористого забруднення в умовах зрошуваного землеробства. НТД 0497055-04-93, Харків, 1993. — с. 26.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 4630-88. М.: Минздрав СССР, 1988. — с. 68.
6. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М.: Изд-во стандартов, 1985. — с. 4.
7. Методические рекомендации по ирригационной оценке, классификации и физико-химическим способам улучшения природных оросительных вод Украины. Харьков, УНИИПА, 1989. — с. 34.
8. Руководство по использованию орошаемых черноземов. РНТД 33. УССР 1018916-02-91, 1991. — с. 125.
9. Санитарные правила устройства и эксплуатации земель сельскохозяйственных полей орошения. М.: Минздрав СССР, 1985. — с. 9.
10. СНиП 2.06.03-85 “Мелиоративные системы и сооружения”.
11. Канализация. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.03-85.
12. ГОСТ 17.4.3.05-86, 17.1-2.03-00.
13. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення.
14. Технологическая инструкция. Способы и технологические приемы подготовки минерализованных хлоридно-натриевых щелочных вод к поливам. К.: НПО УкрНИИГиМ, 1991. — с. 49.
15. Внесение удобрений с поливной водой (Методические рекомендации). УНИИПА, 1986.
16. Методические рекомендации по составлению проектно-сметной документации на химическую мелиорацию почв, орошаемых минерализованными водами. МСХ УССР. К.: 1982 — с. 9–14.
17. Методические рекомендации о сельскохозяйственном использовании сточных вод в условиях юга Казахстана. М.: РИО Мособлупрополиграфиздат, 1984. — с. 38.
18. Справочник по орошаемому земледелию. Под ред. Остапова В.И., 2-е изд. К.: Урожай, 1989. — с. 256.
19. Писаренко В.А., Горбатенко Е.И., Йокич Д.Р. Режимы орошения сельскохозяйственных культур. К.: Урожай, 1986. — с. 84.
20. Временные рекомендации по использованию для орошения сточных вод г. Евпатории. Ровно, УИИВХ, 1982. — с. 20.
21. Абрамов А.Ф., Ивашкин В.И. Внесение средств химизации с поливной водой. М.: Росагропромиздат, 1988. — с. 88.
22. Можейко А.М., Заяц А.М. Использование отходов содовой промышленности хлористого кальция для химической мелиорации солонцов. IX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. М.: Наука, 1985. — с. 36–37.
23. Ковда В.А. Биосфера, почвы и их использование. Материалы X Международного конгресса почвоведов. М.: 1974. — с. 128.
24. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения). Гос. комитет СССР по охране природы. М., 1991. — с. 35.
25. Гончарук Е.И., Быков А.С., Девятова Л.Н. Почва. БМЭ, т.20, изд. III, М., 1983. — с. 404–406.

Культура	Місяці							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Озима пшениця		■	■	■	■	■		
Яровий ячмінь			■	■	■	■	2	1
Кукурудза				■	■	■	■	
Люцерна на зелену масу		■	■	■	■	■	■	
Соя				■	■	■	■	
Кормовий буряк				■	■	■	■	

Примітка: 1 - період вегетації ■ ; 2 - критичний період - □

Рис. 1. Приблизні календарні строки настання критичного періоду у різних сільськогосподарських культур у південному Степу України

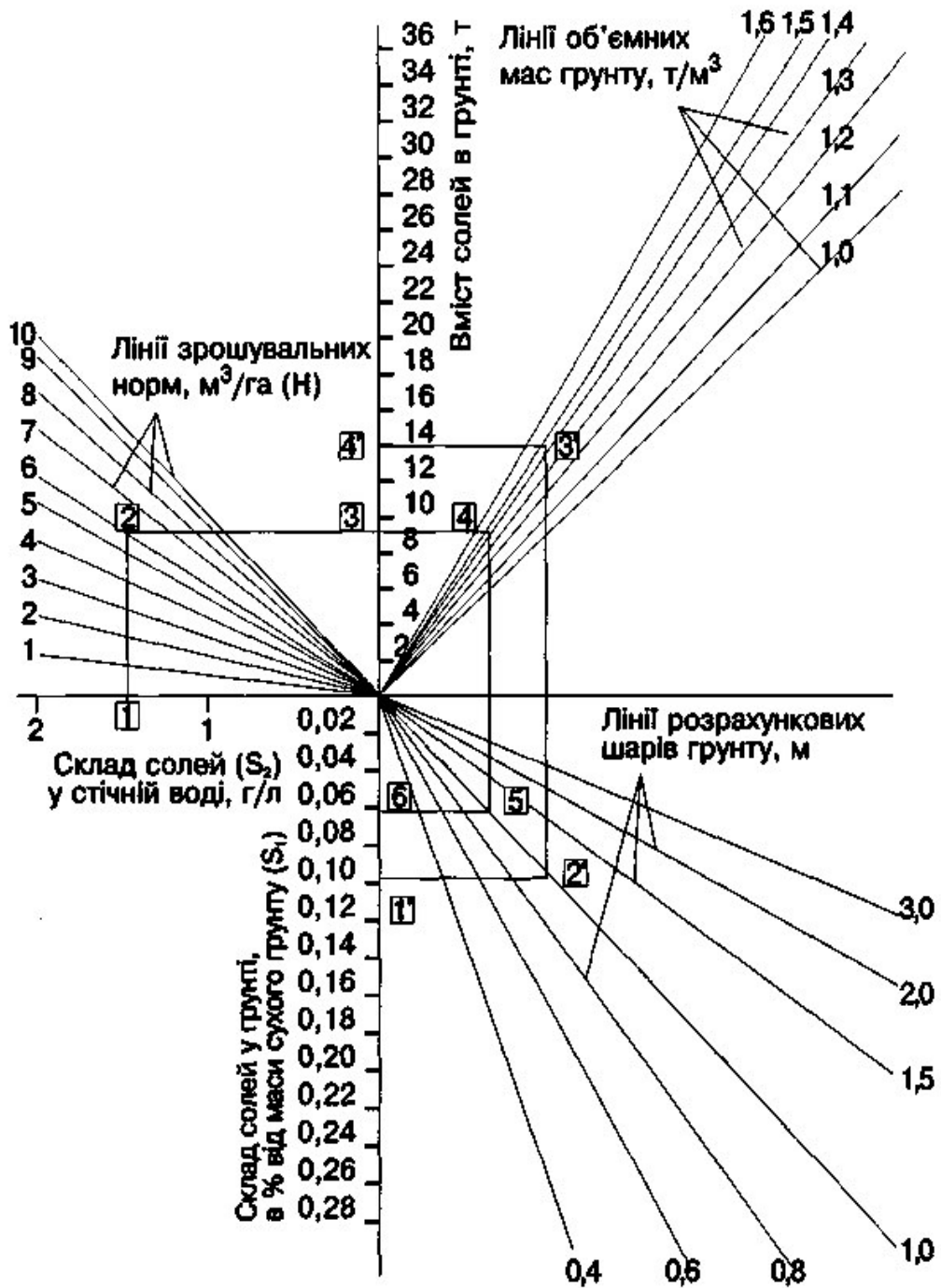


Рис. 2. Номограма для розрахунку сольового режиму ґрунтів при поливі стічними водами

Додаток 1 (рекомендований)

Класифікація мікроелементів і важких металів за ступенем небезпеки в зрошувальній воді (НЩ Мінохорони здоров'я України. Чегринь Г.Я. та ін., 1992)

Класи	Характеристика класифікації	Найменування елементу	За якими показниками токсичності лімітовано			
			фітотоксичний	транслокаційний	водно міграційний	санітарно-токсичний
I	Мало небезпечні	Стронцій	ФТ <sub>1</sub> **			СТ <sub>1</sub>
		Алюміній	ФТ <sub>2</sub>	ТР,	ВМ <sub>1</sub>	
		Літій	ФТ <sub>1</sub>	ТР,	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>1</sub>
		Залізо*	ФТ <sub>2</sub>	ТР,	ВМ <sub>1</sub>	
		Цинк*	ФТ <sub>2</sub>	ТР <sub>3</sub>	ВМ <sub>3</sub>	СТ <sub>2</sub>
		Марганець*	ФТ <sub>2</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>3</sub>	
		Хром* (Сч <sup>3*</sup> )	ФТ <sub>2</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>2</sub>
II	Помірно небезпечні	Молібден	ФТ <sub>2</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>3</sub>	
		Ванадій	ФТ <sub>2</sub>	ТР,	ВМ,	
		Вольфрам	ФТ <sub>2</sub>	ТР,	ВМ,	
		Вісмут	ФТ <sub>2</sub>	ТР,	ВМ,	
		Фтор		ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>3</sub>	
		Бор*	ФТ <sub>2</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>3</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Селен	ФТ <sub>2</sub>		ВМ <sub>3</sub>	
		Нікель	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Мідь*	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	
		Хром* (Сч <sup>6*</sup> )	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>3</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
III	Високо небезпечні	Кобальт*	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	
		Свинець*	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Кадмій*	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>3</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Ртуть*	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>3</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Берилій	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>1</sub>	ВМ <sub>2</sub>	СТ <sub>3</sub>
		Миш'як	ФТ <sub>3</sub>	ТР <sub>2</sub>	ВМ <sub>2</sub>	

\* Пріоритетні показники якості зрошувальної води, згідно ГОСТ 17.1.2.03-90.

\*\* Индекси небезпеки: 1 — мало небезпечні; 2 — помірно небезпечні;

3 — високо небезпечні.

ВИД 33-3.3-01-98

Додаток 2 (довідковий)

Фоновий рівень вмісту мікроелементів і важких металів в природних водах, мг/дм<sup>3</sup> (НШ Мінохорони здоров'я України, Чегринець Г.Я. та ін., 1992)

Найменування елементу	Вміст у воді фонового водотоку
Хром	0,0126
Нікель	0,0067
Мідь	0,0123
Цинк	0,043
Кадмій	0,0006
Ртуть	0,0006
Свинець	0,0074

Додаток 3 (довідковий)

Розрахунок норм гіпсу для меліорації поливної води

$$H = \frac{[A - B] \times K \times 100}{x}$$

де: Н — доза гіпсу, г/л;

А — кількість натрію у воді, мг-екв/дм<sup>3</sup>;

В — вміст кальцію у воді, мг-екв/дм<sup>3</sup>;

К — міліеквівалентний коефіцієнт гіпсу, 0,086;

х — вміст Са5О4Х2Н2О в сирозмеленому гіпсі, %.

**Додаток 4 (рекомендований)**

**Зрошувальні норми в залежності від ПОРОДНИХ умов року, м /га (Писаренко В.А., Горбатенко Е.М., Йокич Д.Р., 1988)**

Культура	Характеристика року		
	вологий	середній	середньосухий
Озима пшениця	1000	1300	1600
Кукурудза на зерно	1200	2500	3500
Люцерна 2-го року життя	3500	4800	6000
Кукурудза на силос	1200	2500	3500
Кормовий буряк	1850	3300	4300
Соя	1200	2500	3500
Цукровий буряк	1800	2600	3500

**Додаток 5 (рекомендований)**

**Проектні зрошувальні норми сільськогосподарських культур в середньосухі роки, м /га (Писаренко В.А., Горбатенко Е.М., Йокич Д.Р., 1988)**

Культура	Забезпеченість	Південний степ	Північний степ	Лісостеп
Озима пшениця	75	2300	2300	2300
	95	2800	2800	2300
Кукурудза	75	3000	2400-3000	1800
	95	3000-3400	3000	2400
Люцерна під покровом ярового ячменю	75	1000-1500	1000-1500	1500
	95	1300-1600	1500	1500
Люцерна після збору ярового ячменю	75	3200-3800	2800-3200	1400
	95	3200-3800	2600-3200	2000
Люцерна 2-го року життя	75	5200-5800	4600-5200	4000
	95	5600-7000	5800	4800
Кормовий і цукровий буряки	75	3600-4200	3000-4200	3000
	95	4200-4800	4200	3600
Соя	75	3000-3500	2500	2500
	95	3000-3500	3000	3000

**Додаток 6 (довідковий)**

**Оцінка забезпеченості ґрунтів поживними речовинами в залежності від потреб с.-г. культур (Інститут ґрунтів ім. Докучаєва; Григор'єв Г.І., Коновалов А.С. та ін., 1984)**

Забезпеченість азотом	рН нижче 5		рН 5-6		рН вище 6	
	зернові	корене-плоди	зернові	корене-плоди	зернові	корене-плоди
Дуже низька	4	5	3	4	3	4
Низька	5	7	4	6	4	5
Середня	5-7	7-Ю	4-6	6-8	4-5	5-7
Висока	7	10	6	8	5	7

Забезпеченість ґрунту доступними фосфатами (в мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 100 г ґрунту)

Забезпеченість фосфором	У витяжці Чирикова (нейтральні ґрунти – некарбонатні чорноземи, каштанові)		У витяжці Мачигіна (карбонатні ґрунти – сіроземи чорноземи)	
	зернові, зернобобові	корене-плоди	зернові, зерно-бобові	корене-плоди
Дуже низька	2	5	1,0	1,5
Низька	5	10	1,5	3,0
Середня	5-10	10-15	1,5-3,0	3,0-4,5
Висока	10	15	3,0	4,5

Забезпеченість ґрунту доступним калієм (в мг K<sub>2</sub>O на 100 г ґрунту)

Забезпеченість калієм	У витяжці Протасова (карбонатні ґрунти)	
	зернові	коренеплоди
Дуже низька	10	20
Низька	20	30
Середня	20-30	30-40
Висока	30	40



Додаток 7 (рекомендований)

Система удобрення культур в зернокармівій дев'ятипільній сівозміні\*\*\* (дані 133 УААН)

Номер поля	Культура	Гній під оранку, т/га	Мінеральні добрива, кг/га діючої речовини						
			під оранку			в рядки при посіві		в підживлення	
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	Люцерна	-	-	-	-	-	-	30... 60	-
2	Люцерна	-	-	-	-	-	-	-	30... 60
3	Озима пшениця	-	60...90	50... 80	-	-	10	30	-
4	Озима пшениця + поживні	-	90... 120 60... 90	60... 90 50	30...60 -	- -	10 10	30 -	- -
5	Кормовий буряк	60... 80	160.. 180	80.. 100	30... 60	10	20	30.. 60	-
6	Кукурудза (зерно)	-	90... 120	60... 90	-	-	10	30.. 60	-
7	Кукурудза (зерно)	40... 60	90... 120	50... 80	-	-	10	30.. 60	-
8	Кукурудза (зерно)	-	90... 120	60... 90	30...60	-	10	30.. 60	-
9	Яровий ячмінь з підсівом люцерни	-	30... 60	100.. 120	30... 60	-	10	-	-

\*\*\* Хімічні добрива і меліоранти можуть вноситись у співвідношенні не більше 20 кг на 1 т органічних добрив

**Додаток 8 (довідковий)**

**Розрахунок норм гіпсу для меліорації ґрунтів**

Розрахунок норм гіпсу для меліорації осолонцьованих ґрунтів:

Для типових солонців нейтрального засолення:

$$\Gamma = 0,086 \times (\text{Na} - 0,1\text{E}) \times \text{H} \times \text{q}$$

де:  $\Gamma$  – доза гіпсу ( $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ ), т/га;  
 $\text{Na}$  – вміст увібраного натрію, мг-екв на 100 г ґрунту;  
 $\text{E}$  – ємкість обміну, мг-екв на 100 г ґрунту;  
 $\text{H}$  – глибина солонцюватого шару, см;  
 $\text{q}$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Для типових солонців содового засолення:

$$\Gamma = 0,086 \times (\text{Na} - 0,1\text{E}) + (\text{S} - \text{M}) \times \text{H} \times \text{q}$$

де:  $\text{S}$  – вміст ( $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$ ) у водній витяжці з ґрунту, мг-екв на 100 г ґрунту;  
 $\text{M}$  – вміст ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) у водній витяжці з ґрунту, мг-екв на 100 г ґрунту.

Для солонців з високим вмістом увібраного магнію (25-30%) від ємкості обміну:

$$\Gamma = 0,086 \times (\text{Na} - 0,1\text{E}) + (\text{Mg}' - 0,3\text{E}) \times \text{H} \times \text{q}$$

де:  $\text{Mg}'$  – вміст увібраного магнію, мг-екв на 100 г ґрунту.

Перерахунок норм гіпсу для меліорації поливної води з урахуванням потреб меліорації солонцюватих ґрунтів з одночасним відновленням їх родючості здійснюється по формулі:

$$\text{Д} = \Gamma / \text{O}$$

де:  $\text{Д}$  – доза гіпсу (фосфогіпсу) для меліорації поливної води з врахуванням потреб меліорації солонцюватих ґрунтів, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\Gamma$  – доза гіпсу (фосфогіпсу), розрахована по одній із вище запропонованих формул для меліорації солонців, кг/га;  
 $\text{O}$  – зрошувальна норма, м<sup>3</sup>/га.

Примітка: 1 — Технологическая инструкция. Способы и технологические приемы подготовки минерализованных хлоридно-натриевых щелочных вод к поливам. К. НПО УкрНИИГиМ, 1991. — с. 49.

Додаток 9 (рекомендований)

Система обробітку темно-каптанових ґрунтів, чорноземів південних і звичайних в зрошувальній сівозміні  
(133 УААН, Остапов В.І., Фесенко А.Ф., Малярчук Н.П., 1989)

Номер	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	доглядав посівами
1	Яровий ячмінь з підсівом люцерни	Зяблева оранка на 20-22 см із щілюванням до 40 см або плоскорізнний обробіток на глибину 28-30 см	Ранньовесняне боронування, культивування на 6-8 см з боронуванням	Боронування після збирання врожаю ячменю голковою бороною
2	Люцерна	—	—	Ранньою весною — рихлення культиватором з долотоподібними робочими органами, після другого укошу — щілювання
3	Люцерна	—	—	—
4	Озима пшениця  Пожнивний посів багатоконпонентних сумішок на зелений корм	Лущіння на 10-12 см, оранка на 28-30 см або двохкратне лущіння на 8-Ю і 10-12 см з плоскорізнним обробітком на 12-14 см  Посів комбінованою сіялкою СЗС-2,1	Культивування або фрезерний обробіток на 6-8 см	Боронування середніми боровами (при необхідності)

Номер	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	доглядав посівами
5	Буряк на корм	Лушіння на 8-Ю і 10-12 см з оранкою на 30-32 см	Ранньовесняне боронування, культивация на 4-5 см з боронуванням	Боронування до і після сходів, перший міжрядний обробіток на 5-6 см; другий — на 12-14 см, розпушуючими робочими органами; третій міжрядний обробіток — нарізання поливних боріз (16-18 см). На чорноземних ґрунтах перші два обробітки міжрядь можна виключити. Міжрядний обробіток з нарізанням поливних боріз
6	Кукурудза на силос	Лушіння на 8-10 см, оранка на 20-22 см	Ранньовесняне боронування, культивация на 12—14 см, культивация на 8-Ю см	—
7	Озимий ячмінь	Лушіння на 8-Ю см, посів сіялкою СЗС-2,1	—	
8	Кукурудза на зерно	Лушіння на 8—10 см, оранка на 28-30 см	Ранньовесняне боронування, культивация на 8-10см	Боронування до і після з'явлення сходів, перший міжрядний обробіток на 5-6 см стрільчатими і бритвеними лапами; другий – розпушуючими лапами; третій міжрядний обробіток - нарізка поливних боріз

**Додаток 10 (рекомендований)**

**Дози внесення мікроелементів з поливною водою пристроєм анодного розчинення металів і оптимальні фази розвитку культур (21)**

Культура	Доза сумішок мікроелементів, г/га	Фаза розвитку	Тривалість фази вегетації, днів
Озима пшениця	5-10	Трубкування-колосіння цвітіння – налив	37-43 13-20
Ярова пшениця	5-10	Посів – кущіння, колосіння – молочна стиглість	10-20 14-30
Кукурудза	10-15	Утворення 8-10 листіків, викидання волоті – цвітіння	710 16-20
Люцерна	5-10	Відростання (весною), відростання через 10- 15 днів після першого укошу	4-5 10-15
Конюшина (сіно)	5-10	Відростання через 10 – 15 днів після першого укошу	10-15
Соя на зерно	10-15	Бутонізація, цвітіння – плодоношення	10-14 15-20
Картопля	5-10	Бутонізація – цвітіння	10-15 9-17
Соняшник	5-10	При досяганні бутонів розміром 5 см на початку цвітіння	7-20
Горохо- вівсяна суміш	10-15	Кущіння – вихід в трубку	10-30

## Додаток 11 (рекомендований)

Основні сполуки, рекомендовані для внесення в якості добрив з поливною водою

Сполуки	Вміст основного елементу, %
<b>Борні:</b>	<b>B</b>
бура	11
борна кислота	17
борні фрити	2-6
<b>Молібденові:</b>	<b>Mo</b>
молібдат амонію	54
молібдат натрію	37-39
<b>Мідні:</b>	<b>Cu</b>
сульфат міді	25-35
закис міді	89
окис міді	75
хелати міді	13-19
<b>Залізни:</b>	<b>Fe</b>
сульфат заліза	19-23
хелати заліза	22
<b>Цинкові:</b>	<b>Zn</b>
сульфат цинку	25-55
сульфат цинку	9-51
<b>Марганцеві:</b>	<b>Mg</b>
сульфат марганцю	26-28
окис марганцю	10-12
хелат марганцю	17

**Додаток 12 (довідковий)**

**Шкала оцінки небезпечності ґрунту в залежності від його санітарного стану (Гончарук Є.І., Викова А.С., Дев'ятова Л.Н., 1983)**

Ступінь небезпечності	Ступінь забруднення	Колі-титр	Титр анаеробів	Число яєць геогельмінтів в 1кг	Санітарне число Хлебнікова	Кратність перевищення ГДК ЕХР	Показник самоочищення ґрунту – титр термофілів
Безпечний	Чистий	>1,0	>1,0	0	0,98-1,0	<1	0,01-0,001
Відносно безпечний	Слабо забруднений	1,0-0,01	0,1-0,001	до 10	0,75-0,98	1-10	0,001-0,00002
Небезпечний	Забруднений	0,01-0,001	0,001-0,0001	10-100	0,50-0,74	10-1000	0,00002-0,00001
Дуже небезпечний	Сильно забруднений	<0,001	0,0001	100	0,50	>100	0,00001

**Додаток 13 (довідковий)**

**Методика розрахунку кількості токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлору**

Згідно даних хімічного аналізу води одержуємо кількість основних аніонів і катіонів ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) в мг-екв/л і зв'язуємо їх в молекули токсичних і нетоксичних солей в слідуєчій послідовності. Спочатку всю кількість аніонів  $\text{CO}_3^{2-}$  зв'язуємо з  $\text{Ca}^{2+}$  в токсичну сіль ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Потім із загального вмісту аніону  $\text{HCO}_3^-$  визначаємо нетоксичну його частину, зв'язану з кальцієм. З кальцієм можна зв'язати не більше 2 мг-екв/л  $\text{HCO}_3^-$ , що дорівнює межі розчинності солі  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  в зрошувальних водах. Частина аніону  $\text{HCO}_3^-$ , що залишилась, зв'язується з магнієм, потім з натрієм і калієм в токсичні солі. Потім зв'язується аніон  $\text{SO}_4^{2-}$  в нетоксичну  $\text{CaSO}_4$  з останньою кількістю кальцію, залишкова частина  $\text{SO}_4^{2-}$  – зв'язується потім в токсичні солі з катіонами магнію, натрію, калію, яка залишилась після зв'язування з аніонами  $\text{CO}_3^{2-}$  і  $\text{HCO}_3^-$ .

ВНД 33-3.3-01-98

Потім всі залишки катіонів зв'язуються в будь-якій послідовності в токсичні солі з хлором. Для перерахунку токсичних солей в еквіваленти хлору до вмісту хлоридів (в мг-екв) додається зменшена в п'ять разів кількість токсичних сульфатних солей (вони в середньому в п'ять разів менш токсичні для сільськогосподарських рослин, ніж хлориди), зменшена в 2,5 рази кількість токсичних гідрокарбонатів і збільшена в 10 разів кількість токсичних карбонатів натрію або калію (вони в десять разів більш токсичні, ніж хлориди). Одержана сума дає загальну кількість токсичних солей, виражених в мг-екв/дм еквівалентів хлору.



**ЗМІСТ**

1. Загальні положення.....	2
2. Стічні води міст та їх доочистка на полях зрошення .....	3
3. Вибір ділянок для будівництва зрошувальних систем.....	5
4. Оцінка придатності міських стічних вод для утилізації на полях зрошення.....	9
5. Способи переробки стічних вод.....	18
6. Підбір культур, схеми побудови сівозмін .....	20
7. Особливості режиму зрошення.....	22
8. Водно-сольовий режим зрошуваних масивів .....	27
9. Способи і техніка поливу .....	31
10. Заходи до підвищення родючості ґрунтів.....	33
10.1. Органічні і мінеральні добрива .....	33
10.2. Меліоранти .....	35
10.3. Обробіток ґрунту.....	35
10.4. Вологозарядкові та промивні поливи .....	37
10.5. Біологічні методи меліорації ґрунтів .....	38
11. Природоохоронні заходи, служба експлуатації і контролю .....	41
12. Економічна ефективність.....	43
Техніка безпеки .....	44
Список використаної літератури.....	46
Додаток 1. Класифікація мікроелементів і важких металів за ступенем небезпеки в зрошувальній воді .....	48
Додаток 2. Фоновий рівень вмісту мікроелементів і важких металів в природних водах.....	49
Додаток 3. Розрахунок норм гіпсу для меліорації поливної води .....	49
Додаток 4. Зрошувальні норми в залежності від погодних умов року.....	50
Додаток 5. Проектні зрошувальні норми с.-г. культур в середньосухі роки.....	50

Додаток 6. Оцінка забезпеченості ґрунтів поживними речовинами в залежності від потреб с.-г. культур .....	51
Додаток 7. Система удобрення культур в зернокармівій дев'ятипільній сівозміні .....	52
Додаток 8. Розрахунок норм гіпсу для меліорації ґрунтів.....	53
Додаток 9. Система обробітку темно-каштанових ґрунтів, чорноземів південних і звичайних в зрошувальній сівозміні .....	54
Додаток 10. Дози внесення мікроелементів з поливною водою пристроєм анодного розчинення металів і оптимальні фази розвитку культур .....	56
Додаток 11. Основні сполуки, рекомендовані для внесення в якості добрив з поливною водою.....	57
Додаток 12. Шкала оцінки небезпечності ґрунту в залежності від його санітарного стану .....	58
Додаток 13. Методика розрахунку кількості токсичних солей у зрошувальній воді в еквівалентах хлору .....	58