

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра агроінженерії

02-07-76М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни

**«Енергозберігаючі технології та збалансоване
природокористування»**

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності Н7 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 10 від 19 травня 2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки для виконання практичних робіт з освітньої компоненти «Енергозберігаючі технології та збалансоване природокористування» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності Н7 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Ювчик Н. О., Валецька О. В., Змієвська О. Г., Михайлов А. О. – Рівне : НУВГП, 2026. – 66 с.

Укладачі:

Ювчик Н. О. – доктор філософії, доцент кафедри агроінженерії;

Валецька О. В. - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агроінженерії;

Змієвська О. Г. - старший викладач кафедри агроінженерії;

Михайлов А. О. – асистент кафедри агроінженерії.

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри агроінженерії
Протокол №10 від 06 квітня 2026 року

Завідувач кафедри агроінженерії

Налобіна О. О.

Керівник групи забезпечення спеціальності
Н7 «Агроінженерія»

Налобіна О. О.

Попередня версія 02-07-11М

© Н. О. Ювчик,
О. В. Валецька,
О. Г. Змієвська,
А. О. Михайлов, 2026
© НУВГП, 2026

ЗМІСТ

Практична робота №1. Визначення енерговитрат технологічних операцій.....	4
Практична робота №2. Визначення енергетичного еквіваленту шкідливих наслідків технологічної операції.....	11
Практична робота №3. Розрахунок біоенергетичних установок.....	16
Практична робота №4. Оцінка енергетичного потенціалу нетрадиційних джерел енергії на території України.....	23
Практична робота №5. Розробка заходів вирощування польових культур за органічною технологією.....	28
Практична робота №6. Екологічна характеристика основних чинників деградації ґрунтів.....	32
Практична робота №7. Прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами	36
Практична робота №8. Способи визначення оптимальних доз добрив.....	43
Практична робота № 9. Обґрунтування потреби ґрунтів господарства у хімічній меліорації.....	54
Практична робота № 10. Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин від підприємств харчової промисловості.....	60
Рекомендована література.....	66

Практична робота № 1

Тема: Визначення енерговитрат технологічних операцій.

Мета роботи: Засвоєння методики розрахунку енерговитрат польових технологічних операцій

Зміст завдання

Потрібно визначити:

- складові енергетичних витрат технологічної операції;
- сумарні енергетичні витрати по технологічній операції;
- проаналізувати співвідношення складових енергетичних витрат;
- зробити висновок по роботі.

Теоретична частина

Один із критеріїв оцінки технології – енергетична оцінка. Одна із переваг енергетичної оцінки – це оцінка параметрами, які є однаковими для різних країн.

Енергетичний аналіз дозволяє оцінювати існуючі і заплановані технології, їх перспективність з точки зору енергетичної ефективності. Енергетичний аналіз не заміняє, а доповнює оцінку технологій за іншими критеріями (затрати праці, економічна ефективність тощо). Ми використовуємо методику визначення енергетичних затрат за окремими складовими, яка була розроблена у Всесоюзному інституті механізації у кінці 80-х років ХХ століття. Розглянемо методику розрахунку.

Всі показники енергетичних витрат будемо визначати у розрахунку на 1 га.

Енергетичні витрати E_i на технологічний процес на одиницю площі (1 га) визначають за формулою:

$$E_i = E_{\Pi} + E_{\text{ур}} + E_{\text{ж.п.}} + E_T + E_M + E_{\text{зч.}}, \text{ МДж/га} \quad (1.1)$$

де E_{Π} - прямі витрати енергії, які обумовлені витратою палива, МДж/га;

$E_{\text{ур}}$ - уречевлені витрати енергії, тобто енергія, витрачена на виробництво добрив, насіння, пестицидів, МДж/га;

$E_{\text{ж.п.}}$ - енергетичні витрати живої праці, МДж/га;

$E_T, E_M, E_{\text{зч.}}$ - енергоємність відповідно тракт., маш., зчіп., МДж/га.

Енергетичні витрати по технології складаються із суми енергетичних витрат окремих операцій. В свою чергу, енергетичні витрати технологічної операції становлять суму наступних складових.

Прямі затрати енергії E_{Π} для рідкого палива підраховуються за формулою:

$$E_{\Pi} = a_{\Pi} \cdot g_{\Pi}, \text{ МДж/га} \quad (1.2)$$

де a_{Π} - енергетичний еквівалент палива, МДж/кг. Приймають:

для дизельного пального $a_{\Pi} = 42,7$ МДж/кг, для бензинового пального $a_{\Pi} = 43,9$ МДж/кг. g_{Π} - питома витрата палива, кг/га.

Уречевлені витрати енергії, які були витрачені на виробництво добрив, пестицидів, отрутохімікатів визначаються за формулою:

$$E_{\nu} = \frac{a_{\nu} \cdot g_{\nu}}{T_{\nu}} \text{ МДж/га} \quad (1.3)$$

де a_{ν} - енергетичний еквівалент відповідної речовини, МДж/кг; g_{ν} - норма внесення речовини, кг/га; T_{ν} - термін дії речовини (мінеральні добрива, гербіциди, отрутохімікати – 1 рік, органічні добрива – 3 роки).

Енерговитрати живої праці обраховують за формулою:

$$E_{\text{ж.п.}} = \frac{n_0 \cdot a_{\text{ж}}^0 + n_{\text{Д}} \cdot a_{\text{ж}}^{\text{Д}}}{W_{\text{агр}}} \quad (1.4)$$

де $n_0, n_{\text{Д}}$ - відповідно кількість основних та допоміжних працівників, чол.;

$a_{\text{ж}}^0, a_{\text{ж}}^{\text{Д}}$ - відповідно енергетичні еквіваленти витрат живої праці основних і допоміжних робітників, МДж/люд·год. Приймають: для основних робітників $a_{\text{ж}}^0 = 1,26$ МДж/люд·год, для допоміжних $a_{\text{ж}}^{\text{Д}} = 0,9$ МДж/люд·год.

$W_{\text{агр}}$ - продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Енергоємність для тракторів, зчіпок і машин визначають за формулою:

$$E_{\text{т.и.зч}} = \frac{M_{\text{т.м.зч}} \cdot a_{\text{т.м.зч}} (a_{\text{рен}} + a_{\text{рем}})}{100 \cdot T_{\text{H(т.м.зч)}} \cdot W_{\text{агр}}} \text{ МДж/га} \quad (1.5)$$

де $M_{\text{т.м.зч}}$ - маса відповідно трактора, машини і зчіпки, кг;

$a_{\text{т.м.зч}}$ - енергетичний еквівалент трактора, машини і зчіпки, МДж/кг. Приймають: для тракторів, автомобілів і самохідних машин $a_{\text{т}} = 86,4$ МДж/кг; для зчіпок і с.г. машин $a_{\text{м.зч}} = 75,0$ МДж/кг;

$a_{\text{рен}}, a_{\text{рем}}$ - відповідно відрахування на реновацію та ремонт (капітальний, поточний) трактора, зчіпки, машини, %;

$T_{H(т.м.зч)}$ - нормативне річне завантаження трактора, машини, зчіпки, год;

$W_{agr.}$ - продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Енергоємність виконання технологічної операції дорівнює сумі всіх складових енерговитрат, визначених вище.

Приклад розрахунку

Умова завдання:

Визначити енерговитрати технологічної операції. Вихідні дані: Варіант - № 0 (табл.1.1).

№ варіанту	Назва технологічної операції	Склад агрегату	Вага, кг			Нормативне річне завантаження, год			Норми відрахувань, а _{рєч} , а _{рєм} , %						Продуктивність, га/год	Витрати палива, кг/га
			Трактор	Зчіпка	С.г. машина	Трактор	Зчіпка	С.г. машина	Трактор	Зчіпка	С.г. машина	Зчіпка	С.г. машина			
0	Оранка	Т-150К+ ПЛН-6-35	7535	-	1360	1600	-	240	10	7	6	-	12,5	20	1,15	12,1
		Т-150К+ ПЛН-5-35	7535	-	800	1600	-	240	10	7	6	-	12,5	20	1,0	13,1
		Т-150К+ ПЛН-5-35	6975	-	800	1600	-	240	10	7	9,1	-	12,5	20	0,95	12,5

Розрахунок виконуємо у наступній послідовності:

1. Визначаємо прямі витрати енергії при технологічній операції оранка трьома різними складами агрегатів за формулою:

$$E_{П} = a_{П} \cdot g_{П}, \text{ МДж/га}$$

де $a_{П}$ - енергетичний еквівалент палива, МДж/кг. Приймаємо-

для дизельного пального $a_{II} = 42,7$ МДж/кг,

g_{II} - питома витрата палива, кг/га.

Тоді: для складу агрегату: Т-150К + ПЛН-6-35 з

питомою витратою палива $g_{II} = 12,1$ кг/га

$$E_{II} = 42,7 \cdot 12,1 = 516,67 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату: Т-150К + ПЛН-5-35 з питомою витратою палива

$$g_{II} = 13,1 \text{ кг/га}$$

$$E_{II} = 42,7 \cdot 13,1 = 559,37 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату: Т-150 + ПЛН-5-35 з питомою витратою палива

$$g_{II} = 12,5 \text{ кг/га}$$

$$E_{II} = 42,7 \cdot 12,5 = 533,75 \text{ МДж/га.}$$

2. Так як, за даним варіантом під час оранки добрива не вносяться, то уречевлені затрати енергії будуть рівні: $E_y = 0$.

3. Визначаємо енерговитрати живої праці:

$$E_{ж.п.} = \frac{n_0 \cdot a_{ж}^0 + n_d \cdot a_{ж}^d}{W_{agr.}}, \text{ МДж/га}$$

де n_0, n_d - відповідно кількість основних та допоміжних

працівників, чол.;

$a_{ж}^0, a_{ж}^d$ - відповідно енергетичні еквіваленти затрат живої праці основних і допоміжних робітників, МДж/люд·год. Приймають: для основних робітників $a_{ж}^0 = 1,26$ МДж/люд·год, для допоміжних $a_{ж}^d = 0,9$ МДж/люд·год.

$W_{agr.}$ - продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Додаткових працівників для роботи на плугах марки ПЛН з різними модифікаціями не потрібно, тому кількість додаткових працівників $n_d = 0$ чол..

Тоді:

- для складу агрегату Т-150К + ПЛН-6-35

$$\frac{1,26 \cdot 1}{1,15}$$

$$E_{ж.п.} = 1,15 = 1,09 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату Т-150К + ПЛН-5-35

$$\frac{1,26 \cdot 1}{1,0}$$

$$E_{ж.п.} = 1,0 = 1,26 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату Т-150 + ПЛН-5-35

$$E_{Ж.П.} = \frac{1,26 \cdot 1}{0,95} = 1,32 \text{ МДж/га.}$$

4. Визначаємо енергоємність для тракторів і с.-г. машин за наступною формулою:

$$E_{т,и,зч} = \frac{M_{т,м,зч} \cdot \alpha_{т,м,зч} (a_{рен.} + a_{рем.})}{100 \cdot T_{Н(т,м,зч)} \cdot W_{агр.}}, \text{ МДж/га}$$

де $M_{т,м,зч}$ - маса відповідно трактора, машини і зчіпки, кг; $\alpha_{т,м,зч}$ - енергетичний еквівалент трактора, машини і зчіпки, МДж/кг. Приймають: для тракторів, автомобілів і самохідних машин $\alpha_m = 86,4$ МДж/кг; для зчіпок і сільськогосподарських машин; $\alpha_{м,зч} = 75,0$ МДж/кг; $a_{рен.}, a_{рем.}$ - відповідно відрухування на реновацію та ремонт (капітальний, поточний) трактора, зчіпки, машини, %; $T_{Н(т,м,зч)}$ - нормативне річне завантаження трактора, машини і зчіпки, год; $W_{агр.}$ - продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

Тоді, енергоємність засобів механізації при оранці становитиме: - для складу агрегату Т-150К + ПЛН-6-35:

$$E_{Т,М} = \frac{7535 \cdot 86,4 \cdot 23}{100 \cdot 1600 \cdot 1,15} + \frac{1360 \cdot 75 \cdot 32,5}{100 \cdot 240 \cdot 1,15} = 201,49 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату Т-150К + ПЛН-5-35

$$E_{Т,М} = \frac{7535 \cdot 86,4 \cdot 23}{100 \cdot 1600 \cdot 1,0} + \frac{800 \cdot 75 \cdot 32,5}{100 \cdot 240 \cdot 1,0} = 174,85 \text{ МДж/га;}$$

- для складу агрегату Т-150 + ПЛН-5-35

$$E_{Т,М} = \frac{6975 \cdot 86,4 \cdot 26,1}{100 \cdot 1350 \cdot 1} + \frac{800 \cdot 75 \cdot 32,5}{100 \cdot 240 \cdot 0,95} = 208,1 \text{ МДж/га.}$$

5. Визначимо сумарні енергетичні витрати на технологічний процес - оранка за формулою:

$$E_i = E_{П} + E_{УР} + E_{Ж.П.} + (E_T + E_M), \text{ МДж/га}$$

де $E_{П}$ - прями витрати енергії, які обумовлені витратою палива, МДж/га;
 $E_{УР}$ - уречевлені витрати енергії, тобто енергія, витрачена на виробництво добрив, насіння, пестицидів, МДж/га;

$E_{Ж.П.}$ - енергетичні витрати живої праці, МДж/га;

E_T, E_M - енергоємність відповідно тракторів, с.г. машин, МДж/га.

Тоді для складу агрегату Т-150К + ПЛН-6-35

$$E_1 = 516,67 + 1,09 + 201,49 = 719,25 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату Т-150К + ПЛН-5-35

$$E_2 = 559,37 + 1,26 + 174,85 = 735,48 \text{ МДж/га};$$

- для складу агрегату Т-150 + ПЛН-5-35

$$E_3 = 533,75 + 1,32 + 208,1 = 743,1 \text{ МДж/га}.$$

Висновок: Аналізуючи проведені розрахунки енерговитрат технологічної операції – оранка, можна зазначити, те що найменші енерговитрати 719,25 МДж/га у першого складу агрегату, а саме, Т-150К+ПЛН-6-35. Вони пов'язані із тим, що для орного агрегату Т150К+ПЛН-6-35, у порівнянні з іншими, вища продуктивність (1,15га/год) і найменша витрата палива (12,1 кг/га. Сумарні енергетичні витрати агрегату Т-150К+ПЛН-6-35 на 3,2 % менші ніж у Т-150+ПЛН-5-35.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані для визначення енерговитрат технологічних операцій

№ варіанту	Назва технологічної операції	Склад агрегату	Вага, кг			Нормативне річне завантаження, год			Норми відрхувань, $a_{рен}, a_{рем}, \%$				Продуктивність, га/год	Витрати палива, кг/га
			Трактор	Зчіпка	С.г. машина	Трактор	Зчіпка	С.г. машина	Трактор	Зчіпка	С.г. машина			
0	Оранка	Т-150К+ПЛН-6-35	7535	-	1360	1600	-	240	10; 13	-	12,5	20	1,15	12,1
		Т-150К+ПЛН-5-35	7535	-	800	1600	-	240	10; 13	-	12,5	20	1,0	13,1
		Т-150К+ПЛН-5-35	6975	-	800	1350	-	240	10; 16,1	-	12,5	20	0,95	12,5
1	Боронування	Т-150+СГ-2,1+21БЗТС-1,0	6975	1910	35	1350	100	110	10; 16,1	14,2; 7	16,6; 20		12,2	1,3

		Case724 0+сайме рс	5000	2 0 0 0	-	1350	-	110	12,5; 19,3	-	16,6; 20	2,8	0,86
		МТЗ- 82.1+СП - 11+12БГ 3-1,0	3160	1 9 1 0	42	1600	2 2 0	110	10; 13	14 ;2; 7	16,6; 20	6,0	1,8
2	Культивація	ДТ- 75+КПГ- 4	6000	-	969	1350	-	170	12,5; 19,3	-	14,2; 16	33,9	3,2
		МТЗ- 82.1+КП Г-4	3160	-	969	1600	-	170	10; 13	-	14,2; 16	19,3	4,5
		ЮМЗ- 8040.2+ КПГ-4	3095	-	969	1600	-	170	10; 17,7	-	14,2; 16	17,9	4,0
3	Лущення стерні	Т- 150К+Л ДГ-20	7535	-	5514	1600	-	120	10; 13	-	14,2; 7	75,2	2,6
		Т- 150К+Л ДГ-20	6975	-	5514	1350	-	120	10; 16,1	-	14,2; 7	73,4	2,5
		К- 701+ЛД Г-20	1250 0	-	5514	1500	-	120	10; 14,6	-	14,2; 7	86,3	3,6
4	Сівба зернових	ЮМЗ- 8040.2+ СЗУ-3.6	3095	-	1480	1600	-	160	10; 17,7	-	12,5; 7	15,0	2,6
		Т- 40+СЗ- 3,6	2770	-	1450	1000	-	160	10; 13	-	12,5; 7	14,6	3,0
		Т- 70С+СЗ У-3,6	4400	-	1480	1000	-	160	12,5; 11,7	-	12,5; 7	15,0	3,7
5	Внесення мін.	Т- 150К+Р УМ-8	7535	-	2030	1600	-	80	10; 7;6	-	14,2; 7	1,27	1,73
		ЮМЗ- 8040.2+І РМГ-4	3095	-	1460	1600	-	80	10; 5; 8	-	14,2; 7	1,3	2,01

		Val- met8400 +Ama- sone UG3600	7950	-	3000	1600	-	80	10; 7;6	-	14,2; 7	2,52	0,45
--	--	--	------	---	------	------	---	----	------------	---	---------	------	------

Практична робота № 2

Тема: Визначення енергетичного еквіваленту шкідливих наслідків технологічної операції

Мета роботи: Засвоєння методики розрахунку енергетичного еквіваленту шкідливих наслідків технологічної операції.

Вихідні дані для виконання роботи наведені в таблиці 2.1

Відповідно за варіантом потрібно визначити:

- складові енергетичного еквіваленту шкідливих наслідків технологічної операції;
- сумарний енергетичний еквівалент шкідливих наслідків технологічної операції;
- зробити аналіз співвідношення складових енергетичного еквіваленту шкідливих наслідків технологічної операції;
- зробити висновок по роботі.

Теоретична частина

Найважливішим серед ресурсів сільського господарства є земля, тому рівень впливу машинних агрегатів на родючість ґрунтів, збереження та підвищення їх продуктивності належить до основних екологічних властивостей агрегатів.

Сумарні шкідливі наслідки від операції визначають за формулою:

$$E_{ш} = A_f + E_{Гі} + E_{Х.Р.}, \text{ МДж/га} \quad (2.1)$$

де A_f – робота на утворення колії, МДж/га;

$E_{Гі}$ - енерговитрати гумусу при виконанні i -тої операції, МДж/га;

$E_{Х.Р.}$ - енерговитрати шкідливої дії засобів хімізації, МДж/га.

Одним із найбільш значущих шкідливих наслідків машинних технологій є ущільнення ґрунтів ходовими системами агрегатів. Ущільнення ґрунту визначають енергетичною оцінкою роботи деформації ґрунту:

$$A_f = \frac{10^4(\eta_B \cdot f_{TP} \cdot G_{TP} + \sum f_{MJ} \cdot G_{MJ} \cdot \rho_M)}{B_p}, \text{ МДж/га} \quad (2.2)$$

де η_B - коефіцієнт, який враховує внутрішні втрати в ходовій

системі тракторів, (для колісних $\eta_{BR} = 0,98$, для гусеничних $\eta_{BG} = 0,9-0,93$);
 f_{TP}, f_M - відповідно коефіцієнт опору кочення трактора і j -тої машини в агрегаті ($f_{TP} = 0,10-0,25$; $f_M = 0,08-0,16$);
 G_{TP}, G_{MJ} - експлуатаційна вага трактора і j -тої машини в агрегаті, кН; n_m - кількість машин в агрегаті;

B_P - робоча ширина захвату агрегату, м.

Втрати гумусу визначають за формулою:

$$E_{ei} = \alpha_e \cdot \delta_e \cdot M_{zp}, \text{ МДж/га} \quad (2.3)$$

де E_{ei} - енергетичний вираз втрат гумусу при виконанні i -тої операції, МДж/га;

α_e - енергетичний еквівалент гумусу ($\alpha_e = 20,9 - 21,4$ МДж/кг);

δ_e - коефіцієнт вмісту гумусу в одиниці маси ґрунту ($\delta_e = 0,02 - 0,05$);

M_{zp} - маса ґрунту, що виноситься за межі поля при виконанні технологічної операції, кг/га.

Для операцій викопування коренів цукрових буряків $M_{zp} = 70 - 100$ кг/га, інших технологічних операцій $M_{zp} = 10 - 25$ кг/га.

Шкідливу дію засобів хімізації визначають за формулою:

$$E_{X.P.} = X_{X.P.} \left(\frac{H_{X.P.}}{m_{X.P.}} \right) \cdot \psi_{B.X.} \cdot T_X, \text{ МДж/га} \quad (2.4)$$

де X_{xp} - активність субстанції хімічної речовини, МДж/моль·год;

H_{xp} - норма витрат хімічної речовини, кг_{д.р.}/га;

$\psi_{B.X.}$ - коефіцієнт непродуктивних втрат хімічної речовини, ($\psi_{B.X.} = 0,03-0,1$);

m_{xp} - маса 1 моля субстанції, кг/моль, ($m_{xp} = 18$ кг/моль);

T_x - час розкладу хімічної речовини до нешкідливого стану, год.

Величина T_x залежить від виду пестициду і становить 700-2000 год.

Приклад розрахунку:

Визначить сумарні енергетичні витрати від виконуваної технологічної операції згідно варіанту. Значення усіх інших показників, які необхідні для розрахунку, приймайте у межах інтервалів зазначень розрахункових формул 2.2 – 2.4. Вихідні дані: Варіант - № 0 (табл.2.1).

№ варіанту	Назва технологічної операції	Склад агрегату	Вага, Н			Ширина захвату агрегату, B_p , м	Коефіцієнт вмісту гумусу в одиниці маси ґрунту, δ	Енергетичний еквівалент гумусу, α_z , МДж/кг	Коефіцієнт опору кочення трактора, f_{mp}	Коефіцієнт опору кочення машини, f_M	Коефіцієнт внутрішніх втрат в холодній системі трактора, ρ_v
			Трактор	Зчіпка	С.г. машина						
0	Коткування	Т-150К+СГ-21+3 ККШ-6А	75350	19100	18350	18,3	0,04	21,0	0,2	0,12	0,98
		Т-150+СГ-21+ККШ-6А	69750	19100	18350	18,3	0,04	21,0	0,2	0,12	0,93
		МТЗ-82.1+ЗККШ	31600	-	18350	6,1	0,04	21,0	0,15	0,12	0,98

Тоді:

- для складу агрегату Т-150К+СГ-21+3ККШ-6А :

$$A_{f1} = \frac{10^4 (0,98 \cdot 0,2 \cdot 75350 + 0,12 \cdot 19100 + 3 \cdot 0,12 \cdot 18350)}{18,3} = 12,93 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату Т-150+СГ-21+3ККШ-6А:

$$A_{f2} = \frac{10^4 (0,91 \cdot 0,2 \cdot 69750 + 0,12 \cdot 19100 + 3 \cdot 0,12 \cdot 18350)}{18,3} = 11,80 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату МТЗ-82.1+3ККШ-6:

$$A_{f3} = \frac{10^4 (0,98 \cdot 0,15 \cdot 31600 + 0,12 \cdot 18350)}{6,1} = 11,22 \text{ МДж/га.}$$

Втрати гумусу визначаємо за формулою:

$$E_{zi} = \alpha_z \cdot \delta_z \cdot M_{ep}, \text{ МДж/га}$$

α_z - енергетичний еквівалент гумусу;

δ_z - коефіцієнт вмісту гумусу в одиниці маси ґрунту;

M_{zp} - маса ґрунту, що виноситься за межі поля при виконанні технологічної операції, кг/га.

Враховуючи те, що при виконанні технологічної операції коткування виноситься ґрунту за межі поля у розмірі 10 – 25 кг з гектара, приймаємо для першого складу агрегату (Т-150К+СГ-21+3ККШ-6А) $M_{zp} = 15$ кг/га, другого (Т-150+СГ-21+3ККШ-6А) - $M_{zp} = 18$ кг/га і третього (МТЗ-80+3ККШ-6) – $M_{zp} = 12$ кг/га.

Тоді:

- для складу агрегату Т-150К+СГ-21+3ККШ-6А:

$$E_{Г1} = 21 \cdot 0,04 \cdot 15 = 12,6 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату Т-150+СГ-21+3ККШ-6А:

$$E_{Г2} = 21 \cdot 0,04 \cdot 18 = 15,12 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату МТЗ-82.1+3ККШ-6:

$$E_{Г3} = 21 \cdot 0,04 \cdot 12 = 10,08 \text{ МДж/га.}$$

Враховуючи те, що при вказаній операції – коткування ґрунту, не вносяться хімічні засоби вважаємо, що $E_{xp} = 0$.

Загальні шкідливі наслідки від технологічної операції – коткування становитимуть:

$$E_{ш} = A_f + E_{Гi} + E_{X.P.}, \text{ МДж/га}$$

Тоді:

- для складу агрегату Т-150К+3ККШ-6А:

$$E_{ш1} = 12,93 + 12,6 = 25,53 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату: Т-150+СГ-21+3ККШ-6А:

$$E_{ш2} = 11,80 + 15,12 = 26,92 \text{ МДж/га,}$$

- для складу агрегату: МТЗ-82.1+3ККШ-6:

$$E_{ш3} = 11,22 + 10,08 = 21,30 \text{ МДж/га.}$$

Висновок: Сумарні шкідливі наслідки від технологічної операції коткування ґрунту найменші для складу агрегату МТЗ82.1+3ККШ-6, які складають 21,30 МДж/га. У порівнянні із першим агрегатом Т-150К+СГ-21+3ККШ-6А шкідливі наслідки менші на 16,6 %, із другим Т-150+СГ-21+3ККШ-6А – на 20,9 %. Вони пов'язані із тим, що трактор МТЗ-80 має меншу вагу, у складі агрегату відсутня зчіпка і маса ґрунту, яка виноситься за межі поля становить 12 кг/га. Тому при виконанні заданої операції для даних умов рекомендовано використовувати агрегат МТЗ-82.1+3ККШ-6.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку енергетичного еквівалента шкідливих наслідків технологічної операції

№ варіанту	Назва технологічної операції	Склад агрегату	Вага, Н			Ширина захвату агрегату, B_p , м	Коефіцієнт вмісту гумусу в одиниці маси ґрунту, δ	Енергетичний еквівалент гумусу, G_2 , МДж/кг	Коефіцієнт опору кочення трактора, f_{mp}	Коефіцієнт опору кочення машини, f_m	Коефіцієнт внутрішніх втраг в ходовій системі трактора, η_B
			Трактор	Зчіпка	С.г. машина						
1	Оранка	T-150К-ПЛН-6-35	75350	-	13600	2,31	0,02	20,9	0,22	0,16	0,98
		T-150К-ПЛН-5-35	75350	-	8000	1,93	0,03	21,3	0,18	0,12	0,98
		T-150-ПЛН-5-35	69750	-	8000	1,93	0,05	21,4	0,11	0,13	0,98
2	Боронування	T-150+СГ-2,1+21БЗТ С-1,0	69750	1910	9030	20,6	0,05	21,4	0,20	0,13	0,92
		Case7240+саймерс	80960	-	20000	34,3	0,25	21,1	0,14	0,09	0,98
		МТЗ-82.1+СП-11+12БТЗ-1,0	31600	1910 0	5160	11,8	0,04	21,2	0,17	0,11	0,98
3	Культивация	ДТ-75+КПГ-4	60000	-	9690	3,84	0,03	20,9	0,16	0,12	0,93
		МТЗ-82.1+КПГ-4	31600	-	9690	3,84	0,02	21,3	0,13	0,13	0,98
		ЮМЗ-8040.2+КПГ-4	41000	-	9690	3,84	0,04	21,4	0,21	0,16	0,98
4	Лущення стерні	T-150К+ЛДГ-20	75350	-	55000	19,2	0,03	21,1	0,12	0,13	0,98
		T-150К+ЛДГ-20	60750	-	55000	19,2	0,04	21,2	0,10	0,14	0,90
		К-701+ЛДГ-20	12400	-	55000	19,2	0,04	21,4	0,15	0,09	0,98
5	Сівба	ЮМЗ-8040.2+СЗУ-3.6	41000	-	14800	3,6	0,05	21,4	0,20	0,13	0,90

		T-40+CЗ-3,6	25950	-	14500	3,6	0,25	21,1	0,14	0,09	0,91
		T-70C+CЗУ-3,6	40400	-	14800	3,6	0,04	21,2	0,17	0,11	0,93
		T-150K+ПУМ-8	75350	-	34200	15	0,02	20,9	0,22	0,16	0,98
6	Внесення мін. доб.	ЮМЗ-8040.2+IP МГ-4	41000	-	14800	14	0,03	21,3	0,18	0,12	0,92
		Val-met8400+Amasone UG3600	79500	-	30000	36	0,05	21,4	0,11	0,13	0,98

Практична робота №3

Тема: Розрахунок біоенергетичних установок

Мета роботи: ознайомитися з основними біоенергетичними установками для отримання біопалива; опанувати методику розрахунку біогазогенератора.

Відповідно за варіантом потрібно визначити:

- розрахувати продуктивність біогазової установки;
- визначити об'єм газу з біогазогенератора;
- визначити розмір біогазової установки;
- розрахувати добову продуктивність біогазової установки;
- зробити висновок по роботі.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Однією з найбільш перспективних тем в галузі розвитку альтернативних джерел енергії є вивчення потенціалу біоенергетики, тобто отримання енергії з органічних матеріалів.

Головна перевага цього виду альтернативних джерел енергії – це велика різноманітність сировини і об'єктів його практичного застосування. Адже рослинний світ планети надзвичайно різноманітний і як паливо можна використовувати багато видів рослин. Крім того, існує можливість створення екологічно чистих видів пального. Розробка і виробництво біопалива також допоможе розв'язати проблему сміття, яке може приносити енергію, будучи сировиною.

Біопаливо – це паливо з біологічної сировини, що отримується, як правило, в результаті переробки стебел цукрової тростини або насіння рапсу, кукурудзи, сої. Існують також проекти різної міри опрацьованості, спрямовані на отримання біопалива з целюлози і різного типу органічних відходів.

Існують різні класифікації біологічних палив. Найбільш загальною з них є класифікація за консистенцією, згідно якої біопаливо підрозділяється на:

- рідке (для двигунів внутрішнього згорання, наприклад, етанол, метанол, біодизель),
- тверде (дрова, солома),
- газоподібне (біогаз, водень).

Продуктивність біогазової установки визначається за формулою:

$$V_b = V_{ек} \cdot \alpha \cdot \delta \cdot K \quad (3.1)$$

де, α – кількість органічних речовин, %;

δ – вихід біогазу на 1 кг органічної речовини (ОР). Орієнтовні значення δ для великої рогатої худоби (ВРХ) – 0,24-0,3 м³/кг; для свиней 0,4-0,45 м³/кг; для птиці – 0,6 м³/кг;

K – коефіцієнт бродіння (0,4–0,3); $V_{ек}$ – кількість екскрементів за добу.

Кількість екскрементів за добу визначається за умови:

$$V_{ек} = n_1 b_1 + n_2 b_2 \quad (3.2)$$

де n_1, n_2 – кількість тварин різного виду; b_1, b_2 – питомий вихід екскрементів на одну тварину різного виду.

Для розрахунку добового виходу біогазу використовують універсальне співвідношення Чена та Хошіміто, котре враховує тип біомаси і операційні характеристики біогазового реактора:

$$V_b = \frac{(\delta_{гр} \cdot Кор.р.)}{\tau} \cdot \left(1 - \frac{K}{(\tau \cdot \omega_{max} - 1 + K)} \right) \quad (3.3)$$

де V_b – добовий вихід метану CH_4 (м³ за добу з 1 м³ реактора);

$\delta_{гр}$ – граничний вихід метану за добу (м³ за добу з 1 кг ОР), що становить для гною ВРХ 0,2±0,05, а для свинячого гною 0,5±0,05;

Кор.р. – концентрація ОР на виході, кг/м³;

τ – час повного обміну рідини в реакторі, діб;

K – кінематичний коефіцієнт:

- для гною ВРХ $K = 0,8 + 0,001e^{0,06S}$

- для свинячого гною $K = 0,5 + 0,0043e^{0,091s}$

ω_{max} – максимальна швидкість росту мікроорганізмів, доба⁻¹, яка залежить від температури бродіння T_f : $\omega_{max} = 0,013 \cdot T_f - 0,129$.

Об'єм біогазової установки:

$$V_m = \tau \cdot V_p \cdot K_3 \quad (3.4)$$

де V_p – об'єм рідкої маси екскрементів, подають в установку за добу;
 K_3 – коефіцієнт, який враховує поправку на об'єм біогазу.

Розв'язок:

1. Розрахунок теоретичної продуктивності біогазової установки

Розрахувати продуктивність біогазової установки V_b , якщо в господарстві є n_1 тварин ВРХ і n_2 свиней. Тривалість бродіння τ діб, температура ферментації t °С.

Для варіантів значення вихідних величин наведено в табл.

Таблиця 3.1 – Вихідні данні для розрахунку продуктивності біогазової установки

Ва-рі-ант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n_1	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20
τ , діб	20	10	20	10	5	10	5	10	10	5
t °С	34	32	36	40	50	36	40	44	48	50
n_2	10	20	30	10	20	15	25	30	20	15

Розв'язання 1. Приймаємо наступні умови: в господарстві є $n_1=3$ тварин ВРХ і $n_2=20$ свиней. Тривалість бродіння $\tau=10$ діб, температура ферментації $t=40^\circ\text{C}$. 1. Кількість екскрементів за добу:

$$\text{Век} = n_1 b_1 + n_2 b_2 = 3 \cdot 55 + 20 \cdot 15 = 465 \text{ кг/добу,}$$

де b_1, b_2 – вихід екскрементів за добу

Середньодобовий вихід екскрементів на підприємствах ВРХ

Тварини	Вихід екскрементів, кг/добу		
	Всього	кал	сеча
Бици	40	30	10
Корови.	55	35	20
Молодняк на відкормленні: до 4 міс	7,5	5	2,5
4-6 міс.	14,0	10	4
6-12 міс..	26,0	14	12

старші 12 міс	35,0	23	12
Свині	15,0	11	4

2. Можлива кількість біогазу:

$$V_b = \text{Век} \cdot a \cdot \delta \cdot K = 465 \cdot 0,0363 \cdot 0,265 \cdot 0,4 \approx 1,8 \text{ м}^3 / \text{кг на добу}$$

де a – кількість органічної маси з 1 кг екскрементів (0,0363-0,04кг); δ – питома величина виходу біогазу з органічної маси, залежить від температури ферментації і тривалості процесу.

Питома величина виходу біогазу із сухої органічної речовини в залежності від температури і тривалості ферментації

Температ. процесу, °С	Тривалість бродіння, т, доба	Вихід CH_4 , $\nu \cdot 10^3$, $\text{м}^3/\text{кг}$	Температ. процесу, °С	Тривалість бродіння, т, доба	Вихід CH_4 , $\nu \cdot 10^3$, $\text{м}^3/\text{кг}$
25	5	22,44	44	5	118,59
	10	54,40		10	269,95
	20	116,26		20	428,93
28	5	21,68	48	5	203,18
	10	91,73		10	308,12
	20	174,80		20	478,44
32	5	63,23	50	5	179,17
	10	161,12		10	285,13
	20	329,98		20	357,95
34	5	100,07	54	5	119,93
	10	202,17		10	302,34
	20	347,73		20	385,71
36	5	66,67	56	5	184,68
	10	164,90		10	375,88
	20	296,10		20	469,38
40	5	115,61	60	5	61,83
	10	265,10		10	74,72
	20	417,56		20	93,84

2. Розрахунок об'єму газу з біогазогенератора.

Визначити об'єм газу з біогазогенератора внаслідок утилізації гною з п корів. Тривалість циклу бродіння τ , температура t_f . Надходження сухого бродильного матеріалу від однієї корови складає $m_0=2$ кг/добу. Вихід біогазу $\delta = 0,24$ м³/кг, вміст СН₄ в біогазі 0,78. Розрахувати потужність біогазогенератора.

Для варіантів значення вихідних даних наведено в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Вихідні данні для розрахунку об'єму газу з біогазогенератора

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	4	6	8	10	12	14	16	7	9	11
t _f , °C	40	42	44	38	39	45	37	41	43	37
τ _a , діб	8	7	7	9	9	6	10	9	6	10

Розв'язання. Приймаємо наступні умови: в господарстві є n=4 корови. Тривалість бродіння $\tau = 10$ діб, температура ферментації $t = 40^\circ\text{C}$. Надходження сухого бродильного матеріалу від однієї корови складає $m_0=2$ кг/добу. Вихід біогазу $\delta = 0,24$ м³/кг, вміст СН₄ в біогазі 0,78; $\eta=0,92$ – ККД пальника; Q_{pH} – калорійність біогазу (метан за нормальних умов має близько 28 МДж/м³ =56 кДж/кг);

1. Загальна маса сухого матеріалу:

$$m_3 = n \cdot m_0 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ кг/добу}$$

2. Кількість газу, яка утворюється за добу:

$$V_6 = \delta \cdot m_3 = 0,24 \cdot 8 = 1,92 \text{ м}^3/\text{добу}$$

3. Теплова потужність біогазогенераторної установки, Вт:

$$N = \eta \cdot Q_{pH} \cdot V_6 \cdot K = 0,92 \cdot 28 \cdot 10^6 \cdot 1,92 \cdot 0,78 / (24 \cdot 3600) \approx 447$$

3. Розрахунок розміру біогазової установки.

Визначити розмір біогазової установки (об'єм, діаметр і висоту) для анаеробного процесу перероблення екскрементів Век (кг/добу). Тривалість ферментації $t_{бр}$ (діб).

Для варіантів значення вихідних величин наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні данні для розрахунку розміру біогазової установки

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Век, кг/добу	280	220	340	250	150	300	200	260	180	190
t _{бр} , діб	20	10	20	10	5	10	5	10	10	8

Розв'язання. Приймаємо наступні умови: Кількість екскрементів за добу $V_{ек}=200$ кг/добу; тривалість ферментації $t_{бр}=10$ діб. Частка сухого матеріалу в екскрементах $K=0,04$.

1. Кількість сухого матеріалу (органічних речовин):

$$m_0 = V_{ек} \cdot K = 200 \cdot 0,04 = 8 \text{ кг/добу}$$

2. В біогазову установку подається рідка маса екскрементів, її визначають так:

$$V_p = m_0 / \rho_{ек} = 8 / 1024 \approx 0,01 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де $\rho_{ек}$ – густина рідкої маси екскрементів, які подають в установку (1024 кг/м^3).

3. Об'єм генератора:

$$V_M = \tau V_p = 10 \cdot 0,01 = 0,1 \text{ м}^3$$

4. На основі правила «золотого перерізу» площа біогазової установки:

$$F = 0,454 \cdot V_M = 0,454 \cdot 0,1 \approx 0,05 \text{ м}^2$$

Приймаючи конструкцію біогазової установки циліндричною, визначимо діаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,05}{3,14}} = 0,25 \text{ м}$$

Висота біогазової установки:

$$h = \frac{V_M}{F} = \frac{0,1}{0,05} = 2 \text{ м}$$

4. Розрахунок добової продуктивності біогазової установки.

Біогазова установка об'ємом V переробляє сільськогосподарські відходи (гній ВРХ). Технологічні параметри анаеробного процесу: температура ферментації t_f , тривалість повного обміну біомаси $t_{бр}$. Визначити продуктивність установи з біогазу за добу.

Для варіантів значення вихідних даних наведено в табл. 3.4

Таблиця 3.4 – Вихідні данні для розрахунку добової продуктивності біогазової установки

Варі-ант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_M, \text{ м}^3$	8	10	12	14	16	18	20	22	11	13
$t_f, ^\circ\text{C}$	40	41	42	39	43	38	44	45	39	43
$\tau_{бр}, \text{ діб}$	10	12	14	16	12	14	10	12	14	13

Розв'язання. Приймаємо наступні умови: $V=8 \text{ м}^3$; температура ферментації $t_f=40 \text{ }^\circ\text{C}$, тривалість повного обміну біомаси $t_{бр}=10$ діб. Продуктивність біогазової установки визначимо із співвідношення:

$$V\bar{b} = \frac{(\delta_{гр} \cdot Кор.р.)}{\tau} \cdot \left(1 - \frac{K}{(\tau \cdot \omega_{max} - 1 + K)} \right)$$

де $\delta_{гр}$ – граничний вихід метану за добу з 1 кг гною ВРХ – $0,2 \pm 0,05$;

Кор.р – концентрація ОР на виході (210 кг/м^3);

τ – час повного обміну матеріалу в реакторі (10 діб);

K – кінематичний коефіцієнт для гною (ВРХ): $K=0,8+0,001e^{0,06S}$;

S – ацетат, його величина коливається в межах 80-120

$$K = 0,8 + 2,7^{0,06 \cdot 85} = 158,47.$$

ω_{max} – максимальна швидкість росту мікроорганізмів (доба⁻¹) за температури $t_f=40 \pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$, ($T_f=273+40=313 \text{ K}$):

$$\omega_{max} = 0,013 \cdot T_f - 0,129 = 0,013 \cdot 313 - 0,129 = 3,94$$

Продуктивність з 1 м^3 установки за добу:

$$V\bar{b} = \frac{(0,25 \cdot 210)}{10} \cdot \left(1 - \frac{158,47}{(10 \cdot 3,94 - 1 + 158,47)} \right) = 1,02$$

Практична робота №4

Тема: Оцінка енергетичного потенціалу нетрадиційних джерел енергії на території України

Мета роботи: ознайомлення з принципами оцінки енергетичного потенціалу нетрадиційних джерел енергії на території України.

Завдання:

- розкрити напрямки використання низькопотенційних джерел енергії;
- розкрити напрямки використання сонячної енергії, можливості застосування енергії вітру та використання неенергетичного потенціалу малих річок для виробництва електроенергії;

Теоретична частина

Вітроенергетика. Україна має потужні ресурси вітрової енергії: річний технічний вітроенергетичний потенціал дорівнює 30 млрд. кВт·год.

У результаті обробки статистичних метеорологічних даних по швидкості та повторюваності швидкості вітру проведено районування території України по швидкостях вітру і визначено питомий енергетичний потенціал вітру на різній висоті відповідно до зон районування.

У умовах України за допомогою вітроустановок можливим є використання 15-19% річного об'єму енергії вітру, що проходить крізь перетин поперхні вітроколеса. Очікувані обсяги виробництва електроенергії з 1 м 2 перетину площі вітроколеса в перспективних регіонах складають 800-1000 кВт·год/м 2 за рік. Застосування вітроустановок для виробництва електроенергії в промислових масштабах найбільш ефективно в регіонах України, де середньорічна швидкість вітру більша 5 м/с: на Азово-Чорноморському узбережжі, в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській областях, АР Крим та в районі Карпат.

Експлуатація тихохідних багатолопатеєвих вітроустановок з підвищеним обертаючим моментом для виконання механічної роботи є ефективною практично на всій території України.

Вітроенергетика України має достатній досвід виробництва, проектування, будівництва, експлуатації та обслуговування як вітроенергетичних установок, так і вітроенергетичних станцій; у країні є достатньо високий науково-технічний потенціал і розвинена виробнича база. Зараз розвитку вітроенергетичного сектора сприяє державна підтримка, що забезпечує реалізацію ініціатив з удосконалення законодавства, структури керування, створенню вигідних умов для внутрішніх і зовнішніх інвесторів.

Сонячна енергія. У результаті обробки статистичних метеорологічних даних з надходження сонячної радіації визначено питомі енергетичні показники з надходження сонячної енергії та розподіл енергетичного потенціалу сонячного випромінювання для кожної з областей України. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що поступає на 1 м² поверхні, на території України знаходиться в межах: від 1070 кВт·год/м² в північній частині України до 1400 кВт·год/м² і вище в АР Крим. Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України – 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень). Фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися впродовж всього року.

У кліматометеорологічних умовах України для сонячного теплопостачання ефективним є застосування плоских сонячних колекторів, які використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію. Концентруючі сонячні колектори можуть бути достатньо ефективними тільки в південних регіонах України.

Енергетичний потенціал малих рік. Україна має потужні ресурси гідроенергії малих рік. Загальний гідроенергетичний потенціал малих рік України становить біля 12,5 млрд. кВт·год, що складає біля 28% загального гідропотенціалу всіх рік України.

Головною перевагою малої гідроенергетики є дешевизна електроенергії, генерованої на гідроелектростанціях; відсутність паливної складової в процесі отримання електроенергії при впровадженні малих гідроелектростанцій дає позитивний економічний та екологічний ефект.

Первинним джерелом енергії для малої гідроенергетики є гідропотенціал малих річок; верхня межа потужності гідроенергетичного обладнання становить 30 МВт. Згідно міжнародної класифікації за нормативом ООН, до малих гідроелектростанцій (МГЕС) відносять гідроелектростанції потужністю від 1 до 30 МВт, до міні ГЕС – від 100 до 1000 кВт, до мікро ГЕС – не більше 100 кВт.

При використанні гідропотенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, чим зніме ряд проблем як в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості, так і в керуванні гігантськими енергетичними системами; при цьому вирішуватиметься цілий комплекс проблем в економічній,

екологічній та соціальній сферах життєдіяльності та господарювання в сільській місцевості, в тому числі і районних центрів.

Малі-, міні- та мікро ГЕС можуть стати потужною основою енергозабезпечення для всіх регіонів Західної України, а для деяких районів Закарпатської та Чернівецької областей – джерелом повного самоенергозабезпечення.

Енергетичний потенціал біомаси. В Україні існує достатній енергетичний потенціал практично всіх видів біомаси і необхідна науково-технічна та промислова база для розвитку даної галузі енергетики. Показники енергетичного потенціалу біомаси відрізняються від потенціалу інших відновлюваних джерел енергії тим, що, окрім кліматометеорологічних умов, енергетичний потенціал біомаси в країні в значній мірі залежить від багатьох інших факторів, в першу чергу від рівня господарської діяльності.

Енергетичний потенціал біомаси представлено такими її складовими – енергетичним потенціалом тваринницької і рослинної сільськогосподарської біомаси та енергетичним потенціалом відходів деревини.

Основними технологіями переробки біомаси, які можна рекомендувати до широкого впровадження в даний час є: пряме спалювання, піроліз, газифікація, анаеробна ферментація з утворенням бігазу, виробництво спиртів та масел для одержання моторного палива.

При обґрунтуванні впровадження біоенергетичних технологій забезпечення охорони навколишнього середовища незараженням відходів біомаси часто посідає перше місце; у процесі переробки тваринницьких відходів та міських стічних вод, окрім знешкодження небезпечної мікрофлори, гельмінтів та насіння бур'янів, які попадають в ґрунти, в поверхневі та підземні води, усувається забруднення повітря в зонах їх накопичення.

Економічна ефективність біоенергетичного обладнання в більшості випадків забезпечується правильним вибором технології переробки біомаси та розташуванням обладнання в місцях постійного її накопичення; важливим є також ефективне і, по можливості, комплексне використання всіх отриманих в процесі переробки продуктів.

Потенціал геотермальної енергії. Україна має значні ресурси геотермальної енергії, загальний потенціал яких в програмі державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- та теплоенергетики оцінюється величиною 438·106 кВт·год на рік, що еквівалентно запасам палива в обсязі 50·106 т у.п.

Геотермальні ресурси України представляють собою перш за все термальні води і тепло нагрітих сухих гірських порід. Крім цього, до перспективних для використання в промислових масштабах можна віднести ресурси

нагрітих підземних вод, які виводяться з нафтою та газом діючими свердловинами нафтогазових родовищ.

Досить перспективним напрямком енергозберігаючої технологічної політики, що дозволяє забезпечити значну економію традиційного палива, є використання геотермальної енергії для опалення, водопостачання і кондиціонування повітря в житлових та громадських будинках і спорудах в містах і сільській місцевості, а також технологічне використання глибинного тепла Землі в різних галузях промисловості і сільського господарства.

Найбільш поширеним і придатним в даний час до технічного використання джерелом геотермальної енергії в Україні є геотермальні води. Одним із перспективних напрямів розвитку геотермальної енергетики є створення комбінованих енерготехнологічних вузлів для отримання електроенергії, теплоти та цінних компонентів, що містяться в геотермальних теплоносіях.

Новітні технології дозволяють звести негативний вплив, що виникає при експлуатації геотермальних джерел енергії, до мінімуму. Оцінки, зроблені рядом організацій, показали, що розвиток систем геотермального теплопостачання може дозволити не тільки економити органічне паливо, але й спростувати вирішення екологічних проблем для створення сприятливих санітарних та житлових умов життя і праці населення.

Низькопотенційні джерела енергії. Енергетичний потенціал теплової енергії стічних вод. Основними джерелами низькопотенційної скидної теплоти техногенного походження є вентиляційні викиди та охолоджуюча вода технологічного та енергетичного обладнання підприємств, промислові та комунально-побутові стоки. Досвід провідних країн свідчить, що найбільш ефективним є використання теплової енергії стічних вод за допомогою теплових насосів. В Україні каналізаційні системи централізованого відведення комунально-побутових стоків функціонують в 427 містах, 515 селах міського типу, 856 селах. Питомий обсяг комунально-побутових стоків становить 0,15-0,4 м³ на одного жителя за добу. Цей показник значною мірою залежить від доступності води та соціально-економічних умов в окремих регіонах.

В Україні загальний річний об'єм комунально-побутових стоків становить близько 3740 млн. м³. Температура стоків становить 12-20°C в залежності від сезону.

Потужні теплонасосні станції теплопостачання можуть розміщатися біля відповідних каналів очищених комунально-побутових вод. Можливим є створення окремих теплонасосних установок для утилізації теплоти умовно чистих стоків басейнів, спортивних комплексів, пральних комбінатів та інших об'єктів побутового і промислового призначення.

Для розрахунку ресурсів низькопотенційної теплової енергії стічних вод прийнято, що температура стоків в літній період становить 20°C, а в зимовий період 12°C. В ідеальному випадку в тепловому насосі стічні води можна охолодити до 0°C, але в реальних умовах досягається охолодження до 0,5°C.

Економічно-доцільні обсяги використання низькопотенційної теплової енергії стічних вод розраховуються, виходячи з половини обсягу очищених стоків від міських поселень відповідної області (враховуються обмеження, пов'язані з нерівномірністю надходження стоків).

Завдяки роботі теплонасосних станцій можна зменшити споживання високоякісного палива в комунальних системах теплопостачання міст; при використанні теплових насосів з приводом від двигунів внутрішнього згоряння, паро- або газотурбінних установок значно збільшуються можливі обсяги виробництва товарної теплової енергії, а ефективність теплонасосних станцій зростає майже у два вражай.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА. На основі теоретичної частини роботи дати характеристику енергетичному потенціалу певного альтернативного джерела енергії на території України. Підготувати відповіді на наступні питання:

1. Охарактеризувати потенціал сонячної енергії України.
2. Охарактеризувати енергетичний потенціал торфу в Україні.
3. Охарактеризувати енергетичний потенціал низькопотенційної теплоти ґрунту і ґрунтових вод в областях України.
4. Охарактеризувати енергетичний потенціал низькопотенційної теплової енергії стічних вод в областях України.
5. Охарактеризувати потенціал геотермальної енергії в Україні.
6. Охарактеризувати потенціал енергії тваринницької сільськогосподарської біомаси в Україні.
7. Охарактеризувати потенціал енергії рослинної сільськогосподарської біомаси в Україні.
8. Охарактеризувати енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні.

Практична робота №5

Тема: Розробка заходів вирощування польових культур за органічною технологією.

Завдання:

- вивчити особливості органічних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур;

Теоретична частина

Основними методами скорочення енерговитрат при обробітку ґрунту є:

- зменшення глибини основного обробітку ґрунту осінню і передпосівних культивуації навесні. Так, при зменшенні глибини оранки на кожен сантиметр з 30 до 20 см, витрати пального скорочуються на 0,3 - 0,4 л/га. І таке зменшення глибини обробки негативних наслідків не має, на ефективність сівби не впливає.

- заміна оранки спущенням ґрунту без перевероту пласта при використанні знарядь з робочими органами плоскорізного або чизельного типу, що дає заощадити приблизно 3-5 л/га дизельного палива;

- використання широкозахватних і комбінованих агрегатів, якими за один прохід здійснюється декілька операцій;

- комплектування агрегатів з врахуванням міри завантаження двигуна, при дотриманні технічних вимог його експлуатації;

- забезпечення належного стану робочих органів ґрунтообробних знарядь.

Основний обробіток під просапні культури (буряк цукровий, кукурудзу на зерно і силос, соняшник).

Під просапні культури основний обробіток проводиться глибоко: під буряк цукровий на 27 - 30 см, під останні культури - на 25 - 27 див. Просапні, як правило, розміщуються після озимини, збір якої завершується в середині серпня. Зяблева обробка протягом осені проводиться або за типом напівпару: в кінці серпня або в перші дні вересня - глибокий обробіток на 25 - 30 см, потім, по мірі необхідності, спускається до замерзання лише поверхневий шар (культиваторами типу КПС-4, КПС-3,8 в агрегаті із зубовими боронами), або за типом покращеного зябу (після збору попередника поле ретельно дискується на 6-7 см, через 2-3 тижні обробляється на 14 - 16 см лемішними луцильниками, а на глибину, що рекомендується, обробляється в кінці вересня - на початку жовтня).

Скорочення витрат паливно-мастильних матеріалів в системі основного обробітку ґрунту може здійснюватися за рахунок:

- зменшення глибини оранки з 27 - 30 см до 22 - 25 см, з 25 - 27 см до 20 - 22 див. Витрати пального зменшаться на 2 - 3 л/га;
- заміни плужної оранки спущенням ґрунту плоскорізними знаряддями на ту ж глибину. Економія палива досягає 4 - 5 л/га;
- заміни оранки плоскорізним спущенням ґрунту з одночасним зменшенням глибини обробітку на 5 - 6 см. Витрати пального зменшуються на 6 - 7 л/га. В разі ретельного і своєчасного виконання інших операцій осіннього обробітку ґрунту за типом напівпару або поліпшеного зябу, зменшення глибини обробітку або заміна оранки плоскорізним розпушенням практично не чинить негативного впливу на врожайність просапних культур.

Основний обробіток ґрунту під ярі зернові і зернобобові культури (ячмінь, овес, просо, гречка, горох).

Прийнято рахувати, що глибина обробітку ґрунту під ці культури має бути 20 - 22 см. Розміщуються вони після попередників, які мають пізні терміни збору (вересень-жовтень). Тому застосовують звичайний зяблевий обробіток - оранка плугами з передплужниками.

Інколи, при посушливій осені перед оранкою площ, які звільнилися після кукурудзи на зерно і сояшнику проводиться дискування лушчильниками або важкими боронами. Витрати пального без попереднього дискування складають 15,1 л/га. Якщо ж оранку замінити плоскорізним обробітком на ту ж глибину, а це допустимо, при розміщенні ярих зернових після буряку цукрового, картоплі, сояшнику, то витрати пального зменшуються на 4,0 - 4,5 л/га.

Якщо ж обробляти культиваторами-плоскорізами на 14 - 16 см, то економія пального досягає 6 - 7 л/га.

Основний обробіток ґрунту весною.

Ґрунт після буряку цукрового, сояшнику можна обробити культиваторами-плоскорізами на глибину 8-10 см. Витрати пального знизяться на 8 л/га. На окремих площах, які застосовуватимуться для ранніх ярих культур, можна взагалі обмежитися однією передпосівною культивацією на 5 - 6 см. Дещо більше пального доведеться витратити на площах після кукурудзи на зерно, де збір проводиться зерновими комбайнами, і можна включати специфічні культури для їх контролю. Більш всього культурні рослини страждають від бур'янів, які мають схожий цикл розвитку. Наприклад, грицики звичайні, дуже добре розвиваються в посівах пшениці озимої, тому що їх цикл розвитку майже однаковий з циклом розвитку пшениці (озимі бур'яни). При зміні культурних рослин життєвий цикл бур'янів розривається. Проміжні культури (культури, які вирощують на зелений корм або силос) послаблюють деякі бур'яни, затінюючи їх або зменшуючи репродуктивну функцію при скошуванні до дозрівання насіння. Включення в сівозміну конкурентоздатних (що

пригнічують), або аделопатичних культур, також забезпечує достатній контроль над бур'янами.

1. Час сівби. Зернові і бобові культури, які мають дрібне насіння доцільніше висівати рано навесні. Тоді вони встигають розвинути міцніше коріння і будуть здатні протистояти бур'янам, що проростають пізніше. Але конкуренція посилиться при збігу появи сходів культурних рослин з першою хвилею бур'янів. Для теплолюбних культур, термін сівби може бути відсунутий на пізніший термін - до підвищення температури ґрунту. Тоді продовжиться період для знищення ранніх бур'янів при передпосівному обробітку ґрунту.

2. Міжряддя. Ширина міжрядь може бути скорочена для того, щоб листки культурних рослин могли затінити бур'яни. Але при зменшенні ширини міжрядь все ж повинна залишатися можливість для механічного догляду за посівами (міжрядні обробітки, культивації).

3. Норми висіву. Для господарств, які займаються органічним землеробством, рекомендуються збільшені норми висіву сільськогосподарських культур. Це робиться для того, щоб культурні рослини сформували велику щільність посіву і залишили менше місця для бур'янів. Низькі норми сівби рекомендуються лише для сумісних посівів.

Щоб не допустити поширення бур'янів на поля, необхідно скошувати дикорослу рослинність на узбіччях полів, біля доріг, пустирів і пасовищ. Важливо правильно вибрати час скошування. Проводити його потрібно, коли бур'яни найуразливіші: однорічні - при цвітінні, багаторічні - при найменших запасах поживних речовин (між появою розетки листків і цвітінням). Однорічні бур'яни мають підвищену здатність до утворення насіння, їх може бути тисячі на гектар (наприклад, лобода біла може мати до 110000 насінин на одній рослині). Рекомендується очищення знарядь, яке використовується при оранці і збиранні врожаю перед переходом з одного поля на інше.

Механічні методи контролю бур'янів.

Найбільшу шкоду бур'яни приносять при ранніх фазах розвитку культурних рослин. Якщо ефективно контролювати бур'яни саме в цей період, у культурних рослин буде час для створення достатньої біомаси. Фермерові доступне все різноманіття варіантів обробітку ґрунту. Точний час проведення операцій визначається відповідно до погодних і ґрунтових умов, а також з урахуванням фази розвитку бур'янів.

Передпосівний обробіток ґрунту

Передпосівна культивування стимулює проростання бур'янів, даючи доступ кисню до насіння. Бур'яни можна знищити при обробітку ґрунту безпосередньо перед сівбою культурних рослин. Можна використовувати штангові культиватори або легкі борони, які спускають верхній шар ґрунту не більш,

ніж на 2-3 см і не піднімають насіння бур'янів. Якщо бур'янів багато, операцію можна повторити до сівби просапних культур або гречки. Ця методика також ефективна при використанні її восени для стимуляції проростання і розвитку бур'янів наступного року. Бур'яни в такому разі загинуть взимку. Але більшого ефекту можна досягти при використанні сівби озимих проміжних культур.

Симулювати проростання бур'янів восени можна, використовуючи біологічний стимулятор росту Біостим.

Гребневий обробіток ґрунту

Гребневий обробіток може ефективно використовуватися для контролювання бур'янів і зменшення технологічних операцій. Гребні нарізують під час останньої культивування: після зернових - в кінці літа, рано восени - після сидератів або фуражних культур.

Боронування до і після сходів

Для контролю бур'янів можна боронувати до або після появи сходів культурних рослин. Ця методика ефективна для боротьби з однорічними бур'янами у посівах сільськогосподарських культур. Не рекомендується використовувати цю методику на посівах культурних рослин, де було проведено підсів злакових або бобових трав. Фрезерний культиватор Фрезерний культиватор часто використовують для міжрядного обробітку після появи сходів культурних рослин. Бур'яни краще знищуються, коли їх проростки ще не досягли поверхні ґрунту. Швидкість руху агрегату - 10-20 км/год. Кращі результати можна отримати, коли обробіток проводиться по сухому ґрунту, до або після обіду. Якщо ґрунт вологий, є загроза перенесення насіння бур'янів, які містяться у верхньому шарі ґрунту. Фрезерний культиватор також використовують для знищення ґрунтової кірки перед появою сходів.

Борона для прополювання

Борона для прополювання використовується після появи сходів культури (поява 4 листів на зернових, під які не проводили підсівання, і до 15 см на просапних культурах - соя, кукурудза). Робочі органи борони для прополювання досить м'які для того, щоб не пошкодити культурні рослини, але з коренем виривають або закладають в ґрунт сходи бур'янів.

Міжрядна культивування

Просапні культиватори знищують маленькі бур'яни і зрізають великі при висоті культурної рослини вище 10 см. Важливо, щоб культивування проводилася до того як бур'яни стануть проблемою. Рівні ряди і стандартний (що рекомендується) посів значно полегшують роботу. Можна використовувати різні види знарядь. Поважно підтримувати хорошу ріжучу кромку на всіх лапах культиватора. Для максимального контролю над бур'янами в посівах

просапних культур перед першим міжрядним обробітком потрібно використувати фрезерний культиватор або борону для прополювання.

Практична робота № 6

Тема: Екологічна характеристика основних чинників деградації ґрунтів

Мета: ознайомитися з основними чинниками деградації ґрунтів та їх екологічну характеристику.

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- розрахувати зміни запасів гумусу за 40-річний період та економічні збитки від дегуміфікації
- відповісти на контрольні запитання;

Теоретична частина

Деградація ґрунтів – це поступове погіршення їх властивостей, яке відбувається головним чином під впливом антропогенної діяльності та призводить до часткової або повної втрати родючості.

Виділяють такі типи деградації ґрунтів:

1. **Фізичну** – ерозія, агрофізична деградація (переуцільнення), втрата структури, зміна режиму вологості (аридизація – посухостійкість чи гідроморфізм – підтоплення ґрунтів);
2. **Хімічну** – дегуміфікація або забруднення ґрунтів;
3. **Фізико-хімічну** – процеси погіршення властивостей ґрунтів внаслідок проходження різноманітних обмінних реакцій (декальцинація, підкислення, підлуження, осолонцювання);
4. Біологічну – комплекс процесів, які призводять до істотної зміни мікробіологічного пулу чи превтоми ґрунту.

Оцінку ступеня деградації ґрунтів проводять трьома шляхами:

- порівнюючи деградований ґрунт з еталоном. Еталон – це значення певного показника або параметр, характерний для цілинних ґрунтів, сформованих у типових для цієї місцевості умовах;
- порівнюючи параметри ґрунтів, що досліджуються, з аналогічними фоновими параметрами. Фон – це середнє значення певного показника, характерне для недеградованих ґрунтів вибраної території;
- за абсолютними показниками якості ґрунту (незважаючи на природні властивості ґрунтів), використовуючи розроблені та стандартизовані нормативи якості ґрунтів.

Основні типи деградації ґрунтів:

Дегуміфікація – процес поступового зниження вмісту гумусу у ґрунтах, що спостерігається із початку їх сільськогосподарського використання.

Основні причини втрат гумусу наступні:

- інтенсивність обробітку ґрунту та необґрунтоване поглиблення орного шару;

- відчуження з поля нетоварної частини урожаю;
- недостатнє надходження у ґрунт поживних решток та органічних добрив;
- спалювання стерні;
- посилення процесів водної ерозії та дефляції;
- зміна структури посівних площ у бік підвищення частки просапних культур.

Отже, зменшення втрат гумусу в ґрунтах України необхідно досягати шляхом мінімалізації обробітку ґрунту, збільшенням площ багаторічних трав, оптимізацією співвідношення в сівозмінах просапних культур суцільного посіву, застосуванням хімічних меліорантів, котрі зумовлюють закріплення гумусу на поверхні мінеральної частини ґрунту.

Процес підкислення ґрунтів набуває глобальних масштабів, спричинюючи негативні наслідки. Спочатку відбувається процес декальцинації, потім спостерігається підкислення ґрунту. Нерідко вже провапновані ґрунти стають кислими. Причин, що обумовлюють підкислення, багато: кислотні дощі, низький рівень удобрення ґрунтів органікою, необґрунтоване інтенсивне застосування засобів хімізації в землеробстві. Таким чином, вторинне підкислення ґрунтів має переважно антропогенне походження.

В Україні є понад 11 млн. га дерново-підзолистих, буроземних, сірих опідзолених ґрунтів і чорноземів опідзолених з підвищеною кислотністю, з яких 7,8 млн. га припадає на рілля, понад 3 млн. га – на природні кормові угіддя. Особливо висока кислотність вод виникає під час весняного сніготанення. Реакція таких вод може досягати рН 4-3,5. Кислі та дощові води, потрапляючи в ґрунт, спричинюють підкислення всього профілю ґрунту, а нерідко підкислюють і підґрунтові води. Тому темпи вапнування ґрунтів повинні перевищувати внесення мінеральних добрив. Невиконання цього правила призводить до вторинного підкислення ґрунтів.

Агрофізичною деградацією ґрунтів є надмірне переущільнення земель під впливом застосування сільськогосподарської техніки. Вона призводить до зменшення глибини кореневмісного шару, зниження польової вологоємності, діапазону активної вологи, її доступність рослинам, а також рухомість елементів живлення. В результаті погіршується якість обробітку ґрунту і збільшуються затрати на його проведення.

Істотним чинником змін в агроєкосистемі є застосування сільськогосподарських машин. Сучасні трактори, автомобілі та сільськогосподарські машини активно взаємодіють з ґрунтом, атмосферою і рослинами, в багатьох випадках це спричиняє порушення ходу природних процесів в агроландшафті. Через неправильне та надмірне використання сільськогосподарської техніки вплив її на довкілля супроводжується забрудненням атмосфери, ґрунту та водойм, руйнуванням структури і переущільненням ґрунту. Машинно-тракторні агрегати (МТА), виконуючи корисну роботу, надмірно ущільнюють оброблюваний шар ґрунту. Особливо зріс негативний вплив МТА на ґрунт за останні роки, коли середня маса трактора збільшилась у 1,5-2,4 рази, а кількість їх

проходів по полю за вегетаційний період зростає з 3-4 до 10-15 за вирощування зернових і до 20-25 просяпних культур.

Агротехнічні заходи, такі як лущення стерні, основний обробіток ґрунту, вирівнювання поверхні, культивування, боронування виконуються за існуючими технологіями неодноразово. Тому в період польових робіт поверхня поля покривається ущільненими смугами, сумарна поверхня яких значно перевищує площу поля. Ущільнений чорнозем цілком втрачає міжагрегатні пори. Ґрунтові агрегати деформуються, витягуються у горизонтальному напрямку, збільшуючи свою щільність. Це призводить до зниження водо-, повітро-, та коренепроникності ґрунту. За наявності ущільнення тракторами ґрунту змінюється співвідношення між твердою і газоподібною фазами. Найбільше змінюється щільність орного шару, її максимальні значення досягають 1,35-1,45 г/см³ після 4-7 проходів, тоді як верхня межа оптимальної щільності для більшості культур становить 1,3-1,4 г/см³. Зміна щільності істотно впливає на загальну пористість та повітромісткість ґрунту, і як наслідок, на ріст сільськогосподарських культур. Колії від проходу тракторів глибиною 3-8 см погіршують рельєф поля, збільшують поверхню випаровування, підсилюють строкатість властивостей та режимів, ускладнюють проведення польових робіт. Збільшення кількості проходів і маси тракторів погіршує здатність ґрунту до оструктурення і підвищує затрати енергії на обробіток.

Основні напрями боротьби із деградаційними процесами.

1. **Профілактичний** – заходи щодо попередження розвитку деградаційних процесів на недеградованих і слабо деградованих ґрунтах (протиерозійне облаштування території, конструювання екологічно-сталих агроландшафтів, нормування навантаження на ґрунти);
2. **Оперативний** – заходи щодо попередження розвитку деградації ґрунтів, що здійснюється постійно в процесі їх використання (дотримання розроблених норм та правил щодо технологій обробітку ґрунту, якості та кількості зрошуваних вод, якості і технологій внесення добрив, меліорантів та інших агрохімікатів, упровадження протиерозійних заходів, ґрунтозахисних сівозмін, тощо).
3. **Регенеративний** – заходи відтворення деградованих і порушених земель (виведення малопродуктивних земель із ріллі, консервація та рекультивування земель, детоксикація забруднених ґрунтів, розсолоння вторинно-засолених ґрунтів).

Завдання. За дослідженнями М.Г. Пляхи, проведеними на чорноземі звичайному важкосуглинковому Кіровоградської дослідної станції, одержано такі результати

Таблиця 6.1. Зміни вмісту гумусу в ґрунті за 40 років в шарі 0-60 см, т/га

Глибина, см	1958 р.			1998 р.			Зниження гумусу	
	Вміст гумусу, %	Щільність складення, г/см ³	Запаси гумусу, т/га	Вміст гумусу, %	Щільність складення, г/см ³	Запаси гумусу, т/га	%	т/га
0-20	6,5	1,25		4,9	1,27			
20-30	5,3	1,28		4,8	1,25			
30-40	5,2	1,30		3,9	1,32			
40-50	4,5	1,28		3,3	1,34			
50-60	4,1	1,31		2,8	1,33			
Всього								

Визначити: зміни запасів гумусу у кореневмісному шарі ґрунту за 40-річний період та економічні збитки від дегуміфікації. За даними проф. О.І. Бацули 1 т втраченого гумусу еквівалентна 500 гр.

Запаси гумусу розраховують за формулою:

$$ЗГ = A \cdot dv \cdot h$$

де, А – вміст гумусу, %; dv- щільність складення ґрунту, г/см³, h- глибина шару, см.

Контрольні запитання:

1. Які види деградації ґрунтів існують?
2. За якою оцінкою визначають ступінь деградації ґрунтів?
3. Що таке дегуміфікація і які основні причини її прояву?
4. Які фактори обумовлюють явище декальцинації та підкислення ґрунтового покриву?
5. Охарактеризуйте агрофізичну деградацію ґрунтів?
6. Назвіть основні напрями боротьби із деградаційними процесами.

Практична робота №7

Тема: Прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- визначити прирощення надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив;
- зробити висновки.

Теоретична частина

Застосування органічних і мінеральних добрив - важлива умова підвищення врожайності культур. Азотні мінеральні добрива випускають і використовують у твердому і рідкому видах. За формою азоту тверді азотні добрива поділяють на:

- амонійні (NH_4): сульфат амонію, хлорид амонію;
- амонійно-нітратні (NH_4NO_3): аміачна селітра, сульфат-нітрат амонію;
- нітратні (NO_3): натрієва селітра, кальцієва селітра;
- амідні (NH_2): карбамід (сечовина), ціанамід кальцію.

З рідких азотних добрив застосовують аміачні (NH_3), в яких азот знаходиться у вигляді водного і безводного аміаку. Фосфорні добрива представлені суперфосфатом і подвійним суперфосфатом, а також складними сполуками: аммофос, діаммофос, нітроаммофоска, карбоаммофоска. До калійних добрив відносять хлорид калію, сульфат калію, природні калійні солі (сильвініт). Сировина для отримання мінеральних добрив (фосфорити, апатити, калійні солі), як правило, містить велику кількість токсичних домішок. Серйозну небезпеку становлять важкі метали, які в добривах складають значні кількості (табл. 7.1).

У суперфосфаті міститься (мг / кг): Co (1-9), Ni (7-32), Cu (4-79), Pb (7- 92), Cd (50-170), Zn (50-1430), Cr (66-243), As (1,2-2,2), W (20-180). У фосфогіпсі присутні до 2% стронцію і близько 0,5 % фтору. У фосфорних добривах містяться токсичні сполуки фтору. Калійні добрива містять баластні елементи (Cl, Na), які, накопичуючись, можуть знижувати родючість ґрунтів. У сапропелю вміст кадмію становить 50 - 100 мг / кг сухої маси.

Активні забруднювачі - стічні води, що містять у великих кількостях хром, цинк, нікель, марганець.

Негативний вплив важких металів збільшується в ряду: Zn - Ni - Cr - Co - Cu - Pb - Hg. Встановлено, що на ґрунтах, забруднених важкими металами,

спостерігається зниження врожайності: зернових на 20-30 %, цукрових буряків - на 35 %, картоплі - на 47 % і бобових - на 40 %

Таблиця 7.1 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг сухої маси

Елемент	Стічні води	Вапняки	Фосфорні добрива	Азотні добрива	Калійні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	2-1500	0,04-0,1	0,1-170	0,05-8,5	0,2-1	0,3-0,8	-
Co	2-260	0,4-3	1-12	5,4-12	-	0,3-24	-
Cr	20-40600	10-15	66-245	3,2-19	0,25	5,2-55	-
Cu	50-3300	2-125	1-300	1-15	-	2-60	12-50
Hg	0,1-55	0,05	0,01-1,2	0,3-2,9	0,075	0,09-02	0,8-42
Mn	60-3900	40-1200	40-2000	-	-	30-550	-
Ni	16-5300	10-20	7-38	7-34	-	7,8-30	-
Pb	50-3000	20-1250	7-225	2-27	4-12	6,6-15	60
Sr	40-360	610	25-500	-	-	80	-
Zn	90-49000	10-450	50-1450	1-42	-	15-250	1,3-25
F	2-740	300	8500-38000	-	-	7	18-45

Фізіологічно кислі мінеральні добрива, підкисляючи ґрунт, тим самим мобілізують і токсичні елементи, переводять їх з недоступною в доступну для рослин форму.

Можливі такі позитивні та негативні дії агрохімічних засобів на ґрунт:

- підкислення ґрунтового розчину;

- посилення або ослаблення фізико-хімічного та хімічного поглинання катіонів та аніонів;
- зміна концентрації іонів в ґрунтовому розчині;
- зміна рухливості важких металів та інших токсичних хімічних елементів;
- зміна концентрації мікроелементів в доступній для рослин формі;
- посилення мінералізації органічної речовини;
- посилення гуміфікації;
- зміна біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери бульбочкових і вільноживучими бактеріями;
- зміну загальної біологічної і ферментативної активності ґрунту;
- зміну ефективності поживних елементів ґрунту;
- виникнення антагонізму поживних елементів, що позначається на їх надходженні в рослини;
- накопичення токсичних елементів і сполук у рослинах у кількостях, що перевищують ГДК і зниження якості продукції;
- посилення міграції елементів живлення і збільшення їх втрат у навколишнє середовище.

Шляхи зниження екологічної напруженості полягають у виконанні наступних заходів:

- поліпшення хімічного складу мінеральних добрив за рахунок вдосконалення технології їх виробництва; добрива та засоби захисту рослин повинні бути екологічно безпечним;
- застосування оперативних методів визначення потреби культур в елементах живлення з урахуванням місцевих умов і підвищення коефіцієнта використання азоту, фосфору і калію ґрунту і добрив рослинами;
- застосування комплексу заходів для закріплення мінерального азоту в органічній формі «імобілізація»; підвищення рівня використання біологічного азоту.

Слід ширше застосовувати бактеріальні добрива, що дозволить скоротити обсяги внесення в ґрунт промислових туків і таким чином помітно знизити хімічний прес на довкілля (характеристика деяких бактеріальних добрив приведена в табл. 7.2)

Таблиця 7.2 - Біологічно активні препарати для обробки насіння і посівів зернових, зернобобових і круп'яних культур

Найменування препарату	Макро - та мікроелементи	Норми витрати		Надбавка врожайності, ц/га
		обробка насіння, л/т	обприскування вегетуючих рослин, л/га	
Гумат калію (7,5%)	Гумінові кислоти – 32%, K ₂ O – 10 %, фульвокислоти – 4 %, Mn,Zn,Co,Cu,Mo	0,5	0,25	3,6-5,5
Гумат калію рідкий торф'яний	Амінокислоти, вуглеводи, карбонові кислоти, гумати калію, N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo	0,2	0,4	3,5-5,2
Дарина – 21 модифікація	N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, B, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,1-0,2	2	3-5
Теллура «М» Теллура «Біо»	Гумінові кислоти, гумати торфу, біогумус, N, P ₂ O ₅ , K ₂ O, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,2	1,5	3,7-4,5
Гумат «Родючість»	Гумінові та фульвокислоти, Ca, Mg, Na, Mn, Co Реагент-їдкий натрій	0,625	0,5	1,6-3
МиБАС	Cu – 2,5 – 3,9 %, Zn – 2,8 – 3,9 %, Co – 2,6 – 3,5 % на лігніновій основі	4	4	3-4

Практична частина. Завдання.

1. Віднесіть важкі метали табл. 7.3 до класів токсичності згідно табл. 7.4. Для кожного важкого металу в межах класу складіть ранжируваний ряд добрив і меліорантів за вмістом у них важких металів, вказавши в дужках внесок (у %) агрохімікатів в накопиченні конкретного металу.

2. Які добрива і меліоранти з табл. 7.3 створюють найбільшу загрозу в накопиченні важких металів перших двох класів токсичності, зазначених у табл. 7.4?

3. Визначте за табл. 7.5, до яких змін в здатності рослин накопичувати важкі метали призводить підвищення кислотності ґрунтів, що спостерігається в результаті внесення мінеральних добрив?

4. Для яких важких металів табл. 7.5 рівна ступінь збільшення кислотності призводить до найбільшого зниження нормативу ГДК у ґрунті? Як виявлені особливості пов'язані з середніми швидкостями накопичення потенційно токсичних елементів у ґрунті?

5. За даними табл. 7.6 встановіть, на скільки збільшиться надходження свинцю, міді, цинку, кадмію та ртуті (ΔC_{TM} , кг/га) у ґрунт при зростанні внесення мінеральних добрив з 30 до 180 кг/га за умов, що N: P₂O: K₂O = 1: 0,8 : 0,6?

6. Як зміняться фонові значення вмісту важких металів у ґрунті (табл. 7.6) через T років за умови збереження отриманих оцінок у їх накопиченні? Для цього необхідно:

а) розрахувати вагу орного шару ґрунту (J_{Π} , т / га) за формулою:

$$J_{\Pi} = 10^4 \cdot z \cdot d, \quad (7.1)$$

де z - потужність орного горизонту, м (z = 0,2 м); d - щільність складання ґрунту, г/см³ (d = 1,2 г/см³).

б) обчислити вміст важких металів у ґрунті (Φ_{TM} , кг / га) за формулою:

$$\Phi_{TM} = 10^{-6} \cdot J_{\Pi} \cdot C_{TM}, \quad (7.2)$$

де C_{TM} - вміст важких металів (мг/т) в мінеральних добривах (табл. 7.6)

в) перевести по кожному важкому металу суму ($\Phi_{TM} + T \cdot \Delta C_{TM}$) в мг/кг за співвідношенням:

$$\frac{\Phi_{TM} + T \cdot \Delta C_{TM}}{\quad} \quad (7.3)$$

$$J_{\text{п}} \cdot 10^{-3}$$

де Δ СТМ приріст надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив (кг/га); Т - число прогнозованих років.

7. На основі аналізу швидкостей акумуляції важких металів у ґрунті при внесенні мінеральних добрив і порівняння отриманих оцінок з ГДК слід встановити, контроль за якими важкими металами в ґрунті є пріоритетним?

Таблиця 7.3 – Вміст важких металів у добривах та меліорантах, мг/кг

Добрива та меліоранти	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
Сечовина	2	6	0,8	1,3	0,25	7,5
Суперфосфат простий (гранульований)	210	19	14,3	42,5	3,5	24,8
Хлористий калій	15	12,3	4,5	12,5	4,25	19,3
Перегній (зольність 19,5%)	276	121,7	19,8	9,3	0,2	6,6
Вапно	295	21	5,8	37,8	5,5	30

Таблиця 7.4 – Вплив хімічних речовин на стан навколишнього середовища

Показники	Норми для класів токсичності		
	1-й клас	2-й клас	3-й клас
	кадмій, свинець, цинк, ртуть, талій, миш'як, фтор, селен	кобальт, нікель, мідь, хром, бор, молібден, сурма	марганець, барій, вісмут, ванадій, вольфрам, стронцій
Токсичність, ЛД50	<200	200-1000	>1000
Персистентність у ґрунті, місяці	Більше 12	6-12	менше 6

Міграція	мігрують	слабо мігрують	не мігрують
Персистентність у рослинах, місяці	більше або рівно 3	1-3	менше 1
Вплив на харчову цінність с/г продукції	сильне	помірне	немає

Примітка : Персистентність – це ступінь стійкості речовини до процесу розкладу

Таблиця 7.5 – ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті після застосування осаду стічних вод та максимальні щорічні швидкості їх накопичення

Потенційно токсичні елементи	ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті (мг/кг) при рН:				Середні швидкості накопичення потенційно токсичних елементів за 10 років, кг/га год
	5-5,5	5,6-6	6,1-7	більше 7	
Цинк	200	250	300	450	15
Мідь	80	100	135	200	7,5
Нікель	50	60	75	110	3

Таблиця 7.6 – Вміст важких металів (мг/т) у мінеральних добривах та ГДК тяжких металів у ґрунті

Важкі метали	СТМ (мг/т) у добривах:			ГДК, мг/кг
	азотних	фосфорних	калійних	
Свинець	174,4	138,1	196,5	6

Мідь	201,9	1555,1	186,4	3
Цинк	186,4	1230,15	182	23
Кадмій	1,3	2,65	0,6	1
Ртуть	0,43	4,6	0,7	2,1

Практична робота №8

Тема: Способи визначення оптимальних доз добрив

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- провести розрахунки та визначити оптимальні дози добрив
- зробити висновки по роботі;

Теоретична частина

В даний час в літературі описано більше 40 способів визначення доз добрив. Зупинимося лише на деяких достоїнствах і недоліках основних груп способів, які використовуються в практиці агрохімічного обслуговування сільськогосподарства.

Спосіб, заснований на прямому використуванні результатів польових дослідів з добривами. Цей спосіб має істотні недоліки в зв'язку з тим, що використані для вивчення доз добрив схеми дослідів не охоплюють весь діапазон зміни доз добрив і внаслідок цього не дозволяють виявити дійсно оптимальні дози і співвідношення добрив на планований урожай; досліді проводяться на одних полях, а результати рекомендуються для безлічі інших полів зони, які по родючості ґрунту істотно відрізняються від дослідної ділянки.

Математико-статистичні методи з виконанням розрахунків на ПЕОМ. Останнім часом в багатьох країнах, для визначення доз добрив з урахуванням впливу показників родючості ґрунту та інших чинників використовують математико-статистичні методи з виконанням розрахунків на ПЕОМ.

Спосіб нормативного балансу. Вживання цього способу дозволяє контролювати і регулювати родючість ґрунту (при необмежених ресурсах добрив). Але є і недоліки, пов'язані з тим, що дані про винесення поживних речовин з урожаєм неточні (по довіднику), а коефіцієнти розподілу, які є похідними від коефіцієнтів використання поживних речовин з добрив, можуть істотно змінюватися.

Спосіб диференційованого балансу. Він враховує біологічні особливості рослин, заплановану урожайність, тип ґрунту, механічний склад,

кислотність, вміст рухомих форм поживних речовин, дію і післядію органічних добрив. Проте вміст поживних речовин і кислотність встановлюються у ґрунті неточно (за шкалою), не передбачається рішення задачі отримання максимального ефекту від добрив при обмежених їх ресурсах (в рік внесення).

Спосіб елементарного балансу. Найбільш широко застосовується при програмуванні урожаю, відрізняється логічністю і простотою розрахункової схеми, але має й недоліки. Винесення поживних речовин на одиницю продукції і коефіцієнти використання поживних речовин з добрив і ґрунту сильно варіюють залежно від родючості ґрунту, біологічних особливостей рослин, погодних умов та інших чинників. Значення цих коефіцієнтів не завжди можна встановити з необхідною точністю, тому відхилення розрахункових доз добрив від фактичної потреби рослин в поживних речовинах на плановану урожайність, за даними перевищують 50 %.

При розрахунку оптимальних доз добрив виходимо з наступних припущень (тобто з аналізу інформації про дію добрив на урожай рослин):

1. В межах оптимальних доз дію кожного виду поживної речовини згідно принципу лімітації можна вважати незалежною.

2. Для підвищення точності визначення доз добрив на плановану урожайність необхідно всі джерела і форми кожного з елементів живлення, які відрізняються по ступеню засвоюваності рослинами, привести до форми, еквівалентної за дією на урожай поживної речовини вживаного мінерального добрива.

Дозу поживної речовини мінерального добрива на плановану урожайність розраховують за формулою (8.1), якщо агрохімічний аналіз ґрунту був проведений в рік отримання урожаю:

$$X_M = C_X Y - m_X X_n - m_{X_{\text{сс}}} X_{\text{сф}} - X_{\text{ос}}, \quad (8.1)$$

де X_M – доза поживної речовини мінерального добрива (N, P, K), кг/га;
 C_X – доза поживної речовини на отримання одиниці урожаю (100 кг сухої речовини загальної біомаси або зерна, коренеплодів, зеленої маси), кг/100 кг; Y – запланована урожайність, т/га сухої речовини загальної біомаси або зерна, коренеплодів, зеленої маси;

m_X – коефіцієнт еквівалентності рухомої поживної речовини ґрунту (показник, що означає кількість поживної речовини мінерального добрива в кг/га, рівноцінну по впливу на урожай 1 мг/100 г поживної речовини ґрунту в даних умовах), кг/мг;

X_n – вміст поживної речовини у ґрунті, мг/100 г;

$m_{X_{\text{сс}}}$ – коефіцієнт еквівалентності азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, азоту мінерального добрива, кг/кг;

$X_{\text{сф}}$ – кількість азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, кг/га (за даними І.С. Шатілова (1978), в період вегетації рослин за рахунок вільної фіксації нагромаджується 16-37 кг/га азоту);

Хос – кількість азоту, який поступає з опадами, кг/га.

При визначенні дози поживної речовини у формі органічних добрив використовують рівняння (8.2):

$$X_{00} = C_x Y - m_x X_n - m_{xсс} - X_{ос} \div m_{x00}, \quad (8.2)$$

де X_{00} – доза поживної речовини у формі органічного добрива на плановану урожайність, кг/га; m_{x00} – коефіцієнт еквівалентності поживної речовини органічного добрива по дії на урожай поживній речовині вживаного мінерального добрива, кг/кг.

Для перерахунку дози поживної речовини органічного добрива (X_{00} , кг/га) в дозу органічного добрива (ОУ, т/га) застосовують таке рівняння

$$OY = X_{00} \div 10PX, \quad (8.3)$$

де PX – вміст поживної речовини в органічному добриві % (табл. 8.5). В табл. 8.1 – 8.4 наведені значення C_x , m_x , m_{x00} , $m_{xсс}$

Практична частина. Завдання.

За рівнянням (8.1) визначаємо дозу поживної речовини мінерального добрива окремо для азоту, фосфору і калію. Спочатку визначаємо дозу поживної речовини мінерального добрива для азоту.

Вибираємо культуру – озима пшениця (середньостиглий сорт). В рівняння (8.1) підставляємо C_N значення, яке дорівнює 2,6 кг/ц (табл. 8.1), з табл. 8.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Коефіцієнт еквівалентності азоту, фіксованого вільноживучими азотфіксаторами, азоту мінерального добрива визначаємо з табл. 8.2, для однорічних трав і зернових культур він дорівнює $19 \text{ кг/мг} = 0,0019 \text{ кг/кг}$. Кількість азоту, фіксованого вільноживучими $X_{сф}$ азотфіксаторами, задаємо середнє значення 26,5 кг/га. Кількість $X_{ос}$ азоту, що надходить з опадами, дорівнює 0.

$$X_N = 2,6 \cdot 36,9 - 0,0019 \cdot 26,5 - 0 = 95,89 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для азоту буде складати 95,89 кг/га.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини мінерального добрива для фосфору. В рівняння (8.1) підставляємо значення $C_P = 2,4$ кг/ц (табл. 8.1), з табл. 8.3 визначаємо заплановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому. Середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо m_P з табл. 8.2 для однорічних трав і зернових культур $m_P = 34 \text{ кг/мг} = 0,0034 \text{ кг/кг}$. Вміст поживної речовини у ґрунті, задається X_r залежно від типу ґрунту з табл. 3.4, в нашому прикладі для чорнозему південного

суглинкового дорівнює $117,1 \text{ мг/кг} = 11,7 \text{ мг/100г} \cdot 30$ (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $p = 351 \text{ кг/га}$.

$$X_p = 2,4 \cdot 36,9 - 0,0034 \cdot 351 = 87,4 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для фосфору буде складати 87,4 кг/га.

Тепер робимо аналогічно розрахунок дози поживної речовини мінерального добрива для калію. В рівняння (8.1) підставляємо значення $C_K = 2,4 \text{ кг/ц}$ (табл. 8.1), з табл. 8.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо m_K з табл. 8.2 для однорічних трав і зернових культур він дорівнює $40 \text{ кг/мг} = 0,0040 \text{ кг/кг}$. Вміст поживної речовини в ґрунті, задається X_K залежно від типу ґрунту з табл. 8.4. В нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового він дорівнює $238,3 \text{ мг/кг} = 23,83 \text{ мг/100г} \cdot 30$ (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $к = 715 \text{ кг/га}$.

$$X_K = 2,4 \cdot 36,9 - 0,0040 \cdot 715 = 85,8 \text{ кг/га}$$

Доза поживної речовини мінерального добрива для калію буде складати 85,8 кг/га.

При визначенні дози поживної речовини у формі органічних добрив використовуємо рівняння (8.2). Розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив виконуємо окремо для кожного елемента окремо (азоту, фосфору і калію).

На початку визначаємо дозу поживної речовини у формі органічних добрив для азоту. В рівняння (8.2) підставляємо значення $C_N = 2,6 \text{ кг/ц}$ (табл. 8.1), з табл. 8.4 визначаємо плановану урожайність. Середня урожайність озимої пшениці на південному чорноземі суглинковому складає 36,9 ц/га. Визначаємо з табл. 7.2 $m_N = 19 \text{ кг/мг} = 0,0019 \text{ кг/кг}$. З табл. 8.2, для прикладу візьмемо гній на солом'яній підстилці (напівперепрілий), $m_{Noo} = 0,5 \text{ кг/кг}$. Кількість X_{oc} азоту, що надходить з опадами, дорівнює 0.

$$X_{Noo} = (2,6 \cdot 36,9 - 0,0019 - 0) \div 0,5 = 192 \text{ кг/га.}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для азоту складає 192 кг/га.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив для фосфору. В рівняння (8.2) підставляємо значення $C_p = 2,4 \text{ кг/ц}$ (табл. 8.1), з табл. 8.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому. Середня урожайність озимої пшениці складає 36,9 ц/га. Визначаємо з табл. 8.2 для однорічних трав і зернових $m_p = 34 \text{ кг/мг} = 0,0034 \text{ кг/кг}$. Вміст поживної речовини у ґрунті, задається X_p залежно

від типу ґрунту з табл. 8.4. В нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового він дорівнює $117,1 \text{ мг/кг} = 11,7 \text{ мг/100г} \cdot 30$ (коефіцієнт переведення мг/г в кг/га), $X_p = 351 \text{ кг/га}$. Визначаємо з табл. 7.2 $m_{p00} = 1,1 \text{ кг/кг}$.

$$X_{p00} = (2,4 \cdot 36,9 - 0,0034 \cdot 351) \div 1,1 = 79,4 \text{ кг/га}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для фосфору складає $79,4 \text{ кг/га}$.

Тепер виконуємо аналогічно розрахунок дози поживної речовини у формі органічних добрив для калію. В рівняння (8.2) підставляємо значення $СК = 2,4 \text{ кг/ц}$ (табл. 8.1), з табл. 8.3 визначаємо плановану урожайність, на південному чорноземі суглинковому, середня урожайність озимої пшениці складає $36,9 \text{ ц/га}$. Визначаємо m_k з табл. 8.2 для однорічних трав і зернових він дорівнює $40 \text{ кг/мг} = 0,0040 \text{ кг/кг}$. Вміст поживної речовини в ґрунті X_K задається залежно від типу ґрунту з табл. 8.4, в нашому прикладі для чорнозему південного суглинкового $X_K = 238,3 \text{ мг/кг} = 23,83 \text{ мг/100г} \cdot 30$ (коефіцієнт переведення з мг/г в кг/га), $X_K = 715 \text{ кг/га}$. Визначаємо з табл. 7.2 $m_{k00} = 0,9 \text{ кг/кг}$.

$$X_{k00} = (2,4 \cdot 36,9 - 0,0040 \cdot 715) \div 0,9 = 95,2 \text{ кг/га}$$

Доза поживної речовини у формі органічних добрив для калію складає $95,2 \text{ кг/га}$.

Для перерахунку дози поживної речовини органічного добрива (X_{00} , кг/га) в дозу органічного добрива ($OУ$, т/га) застосовується рівняння (8.3). Розрахунок проводиться для кожного елемента окремо (азоту, фосфору і калію).

У рівняння (8.3) підставляємо значення $X_{N00} = 192 \text{ кг/га}$, $ПХ = 5,4 \text{ кг/т}$ (табл. 8.5).

$$OУ_N = 192 \div 10 \cdot 5,4 = 3,5 \text{ т/га}$$

Доза органічного добрива для азоту складає $3,5 \text{ т/га}$. Аналогічно визначаємо дозу органічного добрива для фосфору. В рівняння (8.3) підставляємо значення $X_{p00} = 79,4 \text{ кг/га}$, $ПХ = 2,8 \text{ т/га}$ (табл. 8.5).

$$OУ_p = 79,4 \div 10 \cdot 2,8 = 2,8 \text{ т/га}$$

Доза органічного добрива для фосфору складає $2,8 \text{ т/га}$. Аналогічно визначаємо дозу органічного добрива для калію. В рівняння (8.3) підставляємо значення $X_{k00} = 95,2 \text{ кг/га}$, $ПХ = 6,0 \text{ т/га}$ (табл. 8.5).

$$OУ_k = 95,2 \div 10 \cdot 6,0 = 1,6 \text{ т/га}$$

Доза органічного добрива для калію складає $1,6 \text{ т/га}$.

Таблиця 8.1 – Показники витрат поживних речовин, кг/100 кг сухої речовини загальної біомаси

Культура	Сх ' (при плануванні економічно доцільного урожаю)			Сх (при плануванні максимального урожаю)		
	CN '	CP	CK	CN	CP	CK
Ячмінь (середньостиглі сорти)	2,0	1,8	2,0	2,6	2,5	2,8
Ячмінь(короткостеблові сорти)	2,2	2,0	2,2	2,9	2,8	3,0
Овес (середньостиглі сорти)	2,0	1,8	2,0	2,6	2,5	2,8
Озима пшениця(середньостиглі сорти)	1,8	1,8	1,8	2,6	2,4	2,4
Озиме жито (високорослі сорти)	3,6	2,2	4,0	4,7	3,2	4,6
Горох(середньостиглі сорти)	1,7	2,1	2,5	2,2	2,5	3,5
Кукурудза	1,8	1,6	1,9	2,4	2,3	2,5
Буряк кормовий	2,8	2,1	2,7	3,8	2,8	3,7
Картопля	2,4	2,5	4,3	3,2	3,3	5,7
Рапс яровий	2,0	1,8	1,9	2,6	2,5	2,4
Соняшник	3,4	3,0	3,7	4,2	3,2	4,6
Багаторічні злакові трави, райграс однорічний	3,8	3,3	3,8	5,1	4,3	5,1
Люцерна строкатогібридна	0,8	3,2	4,0	1,1	4,2	5,1
Конюшина лугова	0,6	3,2	4,0	1,1	4,2	5,3

Таблиця 8.2 – Значення коефіцієнтів еквівалентності поживних речовин ґрунту і органічних добрив до поживних речовин мінеральних добрив

Коефіцієнт еквівалентності	Щільність ґрунту, г/см ³	Значення коефіцієнтів mNPK		
		для багатолітніх трав	для однорічних трав і зернових	для просапних культур
Ґрунтові еквіваленти				
m _N , кг/мг	1,25	20-22	19	25
	1,35	17-19	16	21
	1,45	14-16	13	17
m _P ,кг/мг	1,35	35	34	35
m _K ,кг/мг	1,35	40	40	40
Гній на солом'яній підстилці (напівперепрілий)				
m _{N₀₀} , кг/кг	1,35	0,5	0,5	0,6
m _{P₀₀} , кг/кг	1,35	1,1	1,1	1,2
m _{K₀₀} , кг/кг	1,35	0,9	0,9	1,0
Безпідстильний гній (весняне внесення)				
m _{N₀₀} ,кг/кг	1,35	0,7	0,7	0,8
m _{P₀₀} , кг/кг	1,35	0,8	0,8	0,9
m _{K₀₀} , кг/кг	1,35	0,9	0,9	1,0
m _{NФ} , кг/кг	-	0,6	0,5	0,6

Таблиця 8.3 – Продуктивність основних типів ґрунтів

Ґрунти	Урожайність озимої пшениці, ц/га		
	середня	середня з ви- соких	максима- льна
Дерново-підзолисті: супіщані	26,2	47,0	64,9
суглинкові	32,3	53,5	68,0
Дерново-підзолисті глеюваті: супіщані	25,1	43,3	53,9
суглинкові	32,3	54,0	61,8
Дернові опідзолені супіщані	24,5	34,3	36,7
Дернові супіщані	32,8	40,7	44,8
Світло-сірі лісові: супіщані	26,3	38,1	41,9
суглинкові	30,5	44,5	54,0
Сірі лісові: супіщані	33,0	58,3	66,3
суглинкові	38,2	56,9	72,3
глеюваті суглинкові	26,3	37,6	43,9
глеєві суглинкові	34,2	42,7	46,6
Темно-сірі лісові: суглинкові	34,6	51,9	65,0
глеюваті суглинкові	28,0	43,3	49,8
Чорноземи опідзолені: супіщані	30,6	39,6	43,0
суглинкові	38,8	60,9	76,9
Чорноземи: вилуговані суглинкові	35,4	57,1	68,2
реградовані суглинкові	38,5	59,1	72,0
Чорноземи типові: супіщані	31,9	44,7	47,2

суглинкові	39,0	61,9	79,8
Чорноземи південні: Суглинкові	36,9	55,6	70,1
Солонцюваті суглинкові	36,0	59,6	69,8
Темно-каштанові слабо солонцюваті суглинкові	38,6	61,6	77,4
Лучні глеюваті суглинкові	56,4	59,2	60,7
Чорноземи передгірні суглинкові	34,2	44,0	49,6

Таблиця 8.4 – Агрохімічні показники та запаси продуктивної вологи, які забезпечують високі урожаї озимої пшениці

Ґрунти	Агрохімічні показники			Запаси продуктивної вологи у шарі, мм	
	ґумус, %	P ₂ O ₅ мг/кг	K ₂ O мг/кг	0-50 см	0-100 см
Дерново-підзолисті: супіщані суглинкові	2,5	69,5	77	74	147
	2,0	122	147,1	98	199
Дерново-підзолисті глеюваті: супіщані суглинкові	1,4	150	140	67	119
	2,5	-	87	70	210
Дернові опідзолені супіщані	2,3	-	-	-	-
Дернові супіщані	2,2	158	140	94	199
Світло-сірі лісові: супіщані суглинкові	1,1	-	-	-	-
	1,8	183,3	133	67	140

Сірі лісові: супіщані	1,1	108	78	73	133
суглинкові	2,2	127	129,3	73	144
глеюваті суглинкові	2,5	-	116,5	-	-
глеєві суглинкові	2,7	140,4	130,3	-	-
Темно-сірі лісові: суглинкові	2,5	133,6	97,8	71	142
глеюваті суглинкові	3,0	-	-	-	-
Чорноземи опідзолені: супіщані	3,4	80	65	-	-
суглинкові	3,1	107,4	117,7	62	125
Чорноземи: вилуговані суглинкові	3,2	101,7	75,0	80	156
реградовані суглинкові	4,1	109,5	105,2	65	126
Чорноземи типові: супіщані	1,8	90	-	-	-
суглинкові	3,7	125,4	115,2	62	122
Чорноземи південні: Суглинкові	3,6	117,1	238,3	48	95
Солонцюваті суглинкові	3,5	47	410	52	111
Темно-каштанові слабо солон- цюваті суглинкові	2,3	-	210	40	79
Лучні глеюваті суглинкові	2,3	133	48	-	-
Чорноземи передгірні суглин- кові	2,3	30	225	-	-

Таблиця 8.5 – Вміст поживних речовин в органічних добривах (за даними агрохімічних лабораторій)

Вид добрив	Вологість, %	Макроелементів, кг/т				
		N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Підстилковий гній						
Великої рогатої худоби	65	5,4	2,8	6,0	-	-
Свинячий	61	8,4	5,8	6,2	-	-
Кінський	69	5,9	2,6	5,9	-	-
Овечий	49	8,6	4,7	8,8	-	-
В середньому	62	6,2	3,4	6,4	2,0	-
Безпідстилковий гній						
Великої рогатої худоби	88,6	4,0	2,5	5,0	1,0	1,0
Свинячий	89,5	5,0	3,5	2,5	2,0	1,0
Рідкий гній						
Великої рогатої худоби	93	2,2	-	-	-	-
Свинячий	92	4,0	2,5	2,8	-	-
Пташиний послід						
Курячий	72	16	17	9	24	8
Гусячий	82	6	5	11	7	3
Качиний	70	10	15	5	17	4
Зелені добрива						
Люпи	-	5,3	1,2	2,1	-	-
Стічні води (після відстоювання)						
Великої рогатої худоби	99,4	1,4	0,19	1,0	-	-
Свинячі	99,7	1,0	0,19	0,26	-	-

Практична робота № 9

Тема: Обґрунтування потреби ґрунтів господарства у хімічній меліорації

Мета: аналіз потреби ґрунтів у проведення хімічної меліорації та визначення доз і форм вапнякових матеріалів

Завдання:

1. За варіантом завдання визначити потребу у проведенні хімічної меліорації за фізико–хімічними показниками ґрунту;
2. За потреби визначити дозу вапнювального матеріалу за показником гідролітичної кислотності;
3. Обрати форму матеріалу для хімічної меліорації і розрахувати фізичну масу обраного матеріалу з урахуванням його характеристики;
4. Зробити висновок про загальну потребу хімічного меліоранта на всю площу сівозміни.

Рекомендації до виконання:

1. Визначаємо потребу у проведенні хімічної меліорації за фізико–хімічними показниками ґрунту

1) Визначаємо ступінь кислотності ґрунту за агрохімічними показниками: кислотність ґрунтового розчину (рНсольовий, од.), рівень гідролітичної кислотності (Нг, ммоль/ 100 г ґрунту) ґрунту (табл. 9.1)

Таблиця 9.1 Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності

Група	Ступінь кислотності ґрунту	Інтервал	
		рНводний	рНсольовий
1	Дуже сильнокислі	< 4,5	< 4,0
2	Сильнокислі	4,5 – 5,0	4,0 – 4,5
3	Середньокислі	5,0 – 5,5	4,5 – 5,0
4	Слабокислі	5,5 – 6,0	5,0 – 5,5
5	Дуже слабокислі	6,0 – 7,0	5,5 – 6,0
6	Нейтральні	7,0 – 7,5	6,0 – 7,0
7	Слабколужні	7,5 – 8,0	-

8	Середньолужні	8,0 – 8,5	-
9	Сильнолужні	8,5 – 9,0	-
10	Дуже сильнолужні	> 9,0	-

2) За рівнем гідролітичної кислотності (Нг, ммоль/ 100 г ґрунту) визначаємо потребу ґрунту у вапнуванні (табл. 9.2). І заповнюємо таблицю 9.4;

3) Враховуючи відношення сільськогосподарських культур до кислотності ґрунту і вапнування (табл. 9.3) заповнюємо таблицю 9.5;

Таблиця 9.2 Потреба ґрунтів у вапнуванні залежно від гідролітичної кислотності

Потреба у вапнуванні	Гідролітична кислотність (Нг), смоль/кг
ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах	> 4
ґрунти потребують першочергового вапнування на Поліссі та в Лісостепу; середня потреба у вапнуванні ґрунтів у Прикарпатті та в західній частині Лісостепу; слабка – у гірських районах Карпат	3,1 – 4,0
Середня потреба у вапнуванні ґрунтів на Поліссі та в Лісостепу; слабка – у Прикарпатті; відсутня – у гірських районах Карпат	2,1 – 3,0
Доцільне вапнування опідзолених ґрунтів у Лісостепу; необхідне – на Поліссі, на супіщаних, піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах	1,8 – 2,0
Слабка потреба у вапнуванні піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів	1,8 – 1,9
Немає потреби у вапнуванні	< 1,5

Таблиця 9.3. Відношення культур до кислотності ґрунту і вапнування

Відношення до кислотності ґрунту і вапнування	Зернові	Кормові	Технічні	Овочеві	Плодово-ягідні
Переносять слабокислу та середньо- та сильнокислу реакцію, реагують на вапнування на дуже сильнокислих ґрунтах	-	Люпин однорічний, серадела	-	Картопля, редька	Лохина, малина
Переносять слабку і середню кислотність ґрунтів, реагують на вапнування сильнокислих ґрунтів	Овес, озиме жито, просо, гречка, кукурудза, пшениця яра	Тимофіївка, вівсяниця	Льон, соняшник	Морква, огірки, томати, ріпа	Агрус, груша, яблуна, полуниця
Переносять слабку кислотність ґрунтів, реагують на вапнування сильно і середньокислих ґрунтів	Пшениця озима, ячмінь	Буряк кормовий	Конопля	Буряк столовий, капуста, цибуля	Вишня, слива, смородина
Знижують урожай, реагують навіть на слабокислих ґрунтах	-	Конюшина, люцерна	Буряк цукровий, ріпак, гірчиця	-	-

2. Визначаємо дозу вапнувального матеріалу

1) Визначаємо дозу вапнувального матеріалу за величиною гідролітичної кислотності (Нг, ммоль/100 г ґрунту)

Таблиця 9.4 Визначення потреби у вапнуванні полів сівозміни

№ поля	Тип ґрунту	Потенціальна кислотність ґрунт. р-ну, рНКСІ	Потенціальна кислотність ґрунт. р-ну, Нг, мекв/100 г ґрунту	Ступінь кислотності ґрунту	Потреба у вапнуванні
1			3	4	5
2					
3					
4					

2) Розраховуємо дозу CaCO_3 із урахуванням маси орного шару ґрунту площею 1 га, який в середньому для шару ґрунту 25 см об'ємною масою $1,20 \text{ г/см}^3$ становить 3 млн. кг за формулою:

$$N \text{ CaCO}_3 = \frac{N_{\text{г}} \times 500 \times 3000000}{1000000} = N_{\text{г}} \times 1,5, \quad 9.1$$

3) де $N \text{ CaCO}_3$ – розрахована доза вапнувального матеріалу, т/га; $N_{\text{г}}$ – величина гідролітичної кислотності ґрунту, ммоль/100 г ґрунту; 500 – кількість CaCO_3 , потрібна для нейтралізації 1 ммоль H^+ у 1 кг ґрунту, мг; 3 000 000 – маса ґрунту орного шару площею 1 га, кг; 1 000 000 – коефіцієнт для перерахунку мг CaCO_3 у т.

4) Розподіляємо дозу вапнувального матеріалу у сівозміні, заповнюємо таблицю 9.5.

Таблиця 9.5. Перспективний план вапнування у сівозміні

№ поля	№ групи с/г культури за реакцією вапнування	Потреба у вапнуванні	Роки			
			20	20	20	20
1...						

3. Обираємо форму вапнякового матеріалу і розраховуємо фізичну масу обраного матеріалу з урахуванням його характеристики

1) Ознайомитися із видами і формами вапнякових матеріалів (табл. 9.6).

Таблиця 9.6. Характеристика вапнувальних матеріалів

Назва вапнякового матеріалу	Загальний вміст CaCO_3 в перерахунку на CaCO_3 , %	Форма вапна	Домішки, %	Вологість, %
Вапнякове борошно (меле-ний вапняк): - I класу	85-88	CaCO_3	0-15 (глина, пісок)	1,5
-II класу	85			до 4
Мелена крейда	90-100	CaCO_3	до 10 (глина, пісок)	до 10
Доломітове борошно (доломітизований вапняк)	85-108	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	0- 15	10-15
Мергелі	75	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	75-25 (глина, пісок)	до 20
Палене негашене вапно	до 178	CaO	мало (глина, пісок)	-
Гашене вапно(пушонка)	до 135	Ca(OH)_2	мало (глина, пісок)	-
Дефекат	I клас не < 60 II клас не < 40	CaCO_3 , домішки Ca(OH)_2	N=0,2-0,7 P ₂ O ₅ =0,2-0,9 K ₂ O=0,5-1,0 Орг. р-на =15	до 30
Цементний пил	не < 60	CaO , Ca(OH)_2 силіка-ти	15,5 SiO ₂	до 2

Вапняні туфи (джерельне вапно)	75-95	CaCO ₃	5-25 (глина, пісок) 0,5-1,0 P2O5	до 50
Гажа (озерне вапно)	80-100	CaCO ₃	0-20 і >	до 50

2) Обираємо вапнувальний матеріал виходячи із потреб ґрунту і відношення культур, враховуючи характеристику і можливі домішки;

3) Визначаємо фізичної маса обраного вапнувального матеріалу за розрахованою дозою за формулою 9.2 :

$$N_{\text{ф.}} = \frac{N_{\text{CaCO}_3} \times 100^3}{C \times (100 - \text{в}) \times (100 - \text{д})} \quad 9.2$$

4) де N ф. – фізична доза меліоранту, яку необхідно внести на одиницю площі, т/га; N_{CaCO₃} – доза вапнувального матеріалу, розрахована за гідролітичною кислотністю, т/га; С – сума карбонатів у матеріалі (нейтралізувальна здатність), %; в – вологість вапнувального матеріалу, %; д – вміст домішок, %.

5) При використанні дефекату в якості меліоранта застосовуємо формулу 9.3:

$$N_{\text{деф.в.}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{(100 \cdot \text{В}) \cdot \text{К}} \quad 9.3$$

4. Робимо висновок про загальну потребу хімічного меліоранту на всю площу сівозміни.

1) Заповнюємо таблицю 9.7 і визначаємо потребу обраного вапнякового матеріалу на всю площу сівозміни

Таблиця 9.7. План вапнування ґрунтів у сівозміні

№ та площа поля, га	Нг, мекв/ 100 г ґрунту	Норма CaCO ₃ , т/га	Назва меліоранту та вміст в ньому CaCO ₃ , %	Норма вапнякового матеріалу, т/га	Потреба на всю площу поля, т

Практична робота № 10

Тема: Оцінка стічних вод і забруднюючих речовин від підприємств харчової промисловості.

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- провести розрахунки щодо концентрації зважених речовин у виробничо-побутових стоках;
- зробити висновки по роботі.

Теоретична частина

Згідно з вимогами Основ водного законодавства України, система водозабезпечення підприємств харчової промисловості має бути оборотною, тобто повинна забезпечувати водою як все підприємство, так і функціонувати в якості замкнутих циклів для решти ділянок і цехів. Прямоточна система водозабезпечення допускається тільки при неможливості застосування оборотного водопостачання. Така система водопостачання діє на підприємствах хлібопекарської та макаронної промисловості.

В процесі вироблення продукції утворюються стічні води, які умовно ділять на господарсько-побутові та виробничі. Ступінь забруднення стоків визначається за вмістом сухого залишку і зважених речовин, біологічному споживанню кисню (ВПК) і хімічному споживанню кисню (ХПК), запаху, прозорості та рН.

Від рН залежить можливість безпосереднього скидання стічних вод у водойми чи необхідність їх попереднього очищення. Повне окислення забруднюючих речовин в стоках протікає довго, тому визначають 5-добову потребу в кисні (БСК5). Окислення протягом 20 діб вважається повним (БПКп). Через тривалість визначення БСК5 частіше користуються ГПК - кількістю кисню в мг, яке необхідно для окислення органічних сполук в 1 л стоків розчином біхромату або перманганату калію.

Відповідно до норм 1980 питома витрата води (м³ / т) становить при виробництві:

- Цукру-піску - 2,49;
- Хлібобулочних виробів - 4,38 (при потужності заводу 30 т / добу);
- Макаронних виробів - 10,98 (при потужності заводу 105 т / добу);
- Пресованих дріжджів - 195,5;
- Концентрату квасного суслу -54,85;
- Крохмалю з картоплі -15,7.

Для отримання 1000 декалітрів (дал) виноматеріалів марочних вин потрібне: 58,05 м³ чистої води; горілки - 84 м³ ; спирту із зерна – 1756 м³ , в

тому числі артезіанської води - 479 м³ ; солоду - 19,8 м³ ; пива - 109,2 м³ ; хлібного квасу - 20,3 м³ ; безалкогольних напоїв (газованих) - 61,96 м³ . Близько 30% загального споживання води в харчовій промисловості припадає на частку спиртових заводів (Яровенко В. Л. та ін., 2002).

Стічні води спиртових заводів, переробних зерно і картоплю, ділять на три категорії:

→ 1-я - умовно чисті (при переробці зерна утворюються теплообмінні води - температура 30-60 °С, рН 7-8, запах 0-3 бали, прозорість - 10-30 см, вміст сухого залишку 0,3-1 г/л, БПКп = 5-15 мг О₂/л, ХПК = 5-40 мг О₂/л);

→ 2-я - транспортно-мийні (при переробці картоплі утворюються стічні води з температурою 10-15 °С, рН 6,5-7,5, зважені речовини - 12-14 г/л, БПКп = 200-400 мг О₂/л, ХПК = 400-600 мг О₂/л);

→ 3-тя - виробничо-побутові (при переробці зерна і картоплі сумарні стічні води мають температуру 30 °С, рН 6, концентрацію зважених речовин 0,55 г/л, БПКп = 500-700 мг О₂/л і ХПК = 700-1200 мг О₂/л).

З даних видно, що стічні води спиртозаводів, які переробляють зерно і картоплю, забруднені незначно - БПКп не перевищує 1000 мг О₂/л.

Стічні води меласно-спиртових заводів ділять на чотири категорії: 1-я - умовно-чисті (температура 30-60 °С, рН 7-8, сухий залишок 0,4-0,5 г/л, БПКп = 5-12 мг О₂/л, ХПК = 5-40 мг О₂/л);

2-я - води від продування котлів та регенерації реакторів хім. водоочищення (температура 20-100 °С, рН 8-12, сухий залишок 0,3-0,6 г/л, БПКп = 5-80 мг О₂/л, ХПК = 10-100 мг О₂/л);

3-я - лютерна вода (що містить органічні кислоти), барометричні води і конденсати, отримані при упарюванні барди (температура 80-100 °С, рН 4,4-6,4, сухий залишок 1,3-2 г/л, БПКп = 180-3000 мг О₂/л, ХПК = 250-4000 мг О₂/л);

4-я - води після миття обладнання і господарсько-побутові стоки, а також післяспиртова і післямеласна барда (температура 20-90 °С, рН 5,5-6,2, сухий залишок 0,45-10 г/л, БПКп = 950-4500 мг О₂/л, ХПК = 1000-5500 мг О₂/л).

Стічні води 1-ї і 2-ї категорії близькі за складом і аналогічні водам спиртових заводів, що переробляють зерно і картоплю. Лише БПК "конденсатів вторинних парів" досягає 2500 мг О₂/л. Високим ступенем забруднення відрізняються води 4-ї категорії та меласної барди як післяспиртової, так і післядріжджової. У меласній післяспиртовій барді рН 4,6-5,2, вміст сухого залишку 62-82 г/л, зважені речовини 5,3-7,85 г/л, азот 2,5-3,9 г/л, БПКп = 44000-59000 мг О₂/л, ХПК = 4900-66900 мг О₂/л, а в післядріжджовій барді рН 4,5-5, сухий залишок 35,2-51,9 г/л, концентрація зважених речовин 0,97-5,6 г/л, БПКп = 18000-42000 мг О₂/л, ХПК = 20000-48000 мг О₂/л.

У цукровій промисловості вторинні матеріальні ресурси - це буряковий жом (вихід становить 83 % маси переробленого буряка), меласа (вихід 4,5-5 % маси буряка), фільтраційний осад (вихід 10-12 % маси буряка). Транспортно-мийний осад становить 10-12% маси буряків.

Стічні води цукрових заводів діляться на три категорії:

- я - конденсати і вода від охолоджуючих установок;
- я - транспортно-мийні води;
- 3-тя - виробничі води (води сильно забруднені, наприклад, склад жомопре-сової води: температура 48 0С, концентрація зважених речовин 5 г/л, рН 6,8, БПКп = 1500-3500 мг02/л і ХПК = 2000-5000 мг02/л).

Стоки пивоварних заводів: стоки солодових цехів, основного виробництва та стоки цехів розливу мають такі показники - рН 6-7, концентрація зважених речовин 100-400 мг/л, БПКп = 400-1000 мг02/л і ХПК= 600-1200 мг 02/л.

Стоки хлібозаводів та кондитерських фабрик - середа для мікроорганізмів активного мулу. Стоки хлібозаводів характеризуються наявністю зважених речовин (150 мг/л), рН 6-7, БПКп = 500-700 мг 02/л і ХПК = 600-800 мг 02/л. Стоки кондитерських фабрик містять велику кількість зважених речовин і невелике азотовмісних речовин і жиру.

Загальні стоки заводу безалкогольних напоїв мають склад: рН 6,8; концентрація зважених речовин 200 мг/л, БПКп = 400 мг 02/л, ХПК = 600 мг 02/л.

До складу стоків дріжджових заводів входять післядріжджова меласна бражка, мийні води після обробки обладнання: рН 6,5, БПКп = 1,5- 6,5 г02/л, ХПК = 0,67-2,3 г02/л, концентрація зважених речовин 230- 800 мг/л. Осереднений стік з цеху хлібопекарських дріжджів при спиртовому заводі має БПКп = 11 г02/л.

Сумарне скидання стічних вод ($W_{св}$, м³/рік) підприємством може бути визначений за формулою:

$$W_{св} = \left[\sum_{i=1}^n g_1 \cdot N_i + \sum_{i=1}^k (g_2 \cdot m_{ci} \cdot \tau_0) / \tau_c \right] \cdot S_c \cdot T_r \cdot \epsilon, \quad (10.1)$$

де g_1 - норма води на виробництві одній людині в зміну на господарсько-побутові потреби, м³ (регламентується СНіП 2.04.01-85);

N_i - кількість працівників у 1-ій зміні;

g_2 - витрата води на одиницю продукції, м³ / т;

m_{ci} - продуктивність обладнання (кількість продукції) за і-ую зміну, т;

τ_0 - час роботи обладнання за зміну, год;

τ_c - тривалість зміни, год;

S_c - кількість змін на добу;

T_r - кількість діб роботи підприємства в році;

ϵ - коефіцієнт стічних вод, що залежить від системи водопостачання: $\epsilon = 0,81-1$ (прямоточна), $\epsilon = 0,51-0,8$ (послідовна), $\epsilon = 0,3-0,5$ (оборотна);

n - кількість груп працюючих;

k - число груп обладнання.

Скидання і-го забруднюючої речовини зі стічними водами (M_{cvi} , т/рік) знаходиться за формулою:

$$M_{cvi} = \vartheta \cdot W_{cv} \cdot C_{cvi} \quad (10.2)$$

де ϑ - параметр, що корегує розмірність показників; C_{cvi} - концентрація і-го забруднюючої речовини в стічних водах, г/л.

Приклад розрахунку

За сезон цукроваріння потрібно визначити: вторинні матеріальні ресурси (відходи); кількість стічних вод та забруднюючих речовин, що потрапляють у навколишнє середовище, а також БПКп і ХПК.

Вихідні дані. Завод з виробництва цукру-піску з цукрових буряків. Система водопостачання - оборотна (коефіцієнт стічних вод $\varepsilon = 0,5$). Для переробки 1 т буряка потрібно 3,5 м³ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 78 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 113 днів у році. Тривалість зміни - 8 год., тривалість роботи обладнання за зміну - 7 год. За зміну переробляється 1108 т цукрових буряків. Вихід бурякового жому - 80 %, меласи - 5 %, фільтраційного осад - 15 %. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 4,2 г/л.

БПКп = 1,5 г О₂/л, ХПК = 2 г О₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$.

Рішення. За формулою (10.1) визначаємо сумарний скид стічних вод за сезон цукроваріння:

$$W = [0,025 \cdot 78 + (3,5 \cdot 1108 \cdot 7) / 8] \cdot 3 \cdot 113 \cdot 0,5 = 575\,486 \text{ м}^3$$

Вихід: бурякового жому - $375612 \cdot 0,8 = 300\,490$ т, меласи - $375\,612 \cdot 0,05 = 18781$ т, фільтраційного осадку - $375612 \cdot 0,15 = 56342$ т.

З рівняння (10.2) знаходимо скидання зважених речовин з виробничо побутовими стічними водами:

$$M_{cv} = 0,001 \cdot 575\,486 \cdot 4,2 = 2417 \text{ т.}$$

За рівняння (2) встановлюємо, що на біологічне окислення органічних речовин у стічних водах буде потрібно 863 т кисню; на хімічне - 1151 т кисню.

Завдання для виконання практичної роботи

Завдання 1. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу. Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,85$). При виробництві 1 т хлібобулочних виробів потрібно - 4,38 м³ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 25 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 10 т хлібобулочних виробів.

Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л.

БСКп= 500 мгО₂/л, ХСК = 600мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 2. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу. Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,90$). При виробництві 1 т хлібобулочних виробів потрібно - 8,76 м³ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 50 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 20 т хлібобулочних виробів. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л. БСКп= 600 мгО₂/л, ХСК = 700мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 3. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від хлібозаводу. Система водопостачання – прямоточна ($\varepsilon = 0,98$). При виробництві 1 т хлібобулочних виробів потрібно – 13,14 м³ води. На господарсько-побутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 75 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 330 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,7 год. За зміну виробляється 35 т хлібобулочних виробів. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 150 мг/л. БСКп= 700 мгО₂/л, ХСК = 800мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 4. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріжджового заводу. Система водопостачання – оборотна ($\varepsilon = 0,5$). При виробництві 1 т дріжджів потрібно - 195,5 м³ води. На господарськопобутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 75 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,5 год. За зміну виробляється 24 т дріжджів. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 230 мг/л. БСКп= 1500 мгО₂/л, ХСК = 670 мгО₂/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 5. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріжджового заводу. Система водопостачання – оборотна ($\varepsilon = 0,4$). При виробництві 1 т дріжджів потрібно - 195,5 м³ води. На господарськопобутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. 40 Число працюючих в зміні

- 65 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7,5 год. За зміну виробляється 16 т дріжджив. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 520 мг/л. БСКп= 3200 мг02/л, ХСК = 1500 мг02/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників).

Завдання 6. Оцінити стічні води і забруднюючі речовини від дріжджового заводу. Система водопостачання – оборотна ($\epsilon = 0,3$). При виробництві 1 т дріжджив потрібно - 195,5 м³ води. На господарськопобутові потреби одній людині на зміну необхідно 25 л води = 0.025 м³. Число працюючих в зміні - 50 осіб. Завод працює по 3-змінному графіку 208 днів у році. Тривалість зміни - 8 год. Тривалість роботи обладнання за зміну – 7 год. За зміну виробляється 8 т дріжджив. Концентрація зважених речовин у виробничо-побутових стоках - 800 мг/л. БСКп= 6500 мг02/л, ХСК = 2300 мг02/л. Параметр $\vartheta = 0,001$ (параметр, що корегує розмірність показників)

Список рекомендованої літератури

1. Корчемний М., Федорей В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль : вид-во «Підручники і посібники», 2001. 984 с.
2. Вознюк С. Т., Шаталов О. С., Вознюк Н. М. Лабораторно-практичні заняття з ґрунтознавства : навчальний посібник. Рівне : РДТУ, 2000. 174 с.
3. Екологічні проблеми енергетики. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт (частина 2) студентами спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» / А. Г. Рудченко. Дніпро : Національний гірничий університет, 2017. 55 с.
4. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / О. І. Соловей, Ю. Г. Лега, В. П. Розен та ін. ; за заг. ред. О. І. Солов'я. Черкаси : Вид. ЧДТУ, 2007.
5. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві : підручник / Б. В. Болтянський, О. Г. Скляр, Р. В. Скляр, С. В. Дереза. К. : Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
6. Антощенко В. М., Антощенко Р. В. Методика визначення енерговитрат машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка*. Харків, 2018. Вип. 75., Т. 1. С. 264–269.
7. Вітрух І., Семерак В., Махмудов І., Марціяш О. Комплексна оцінка техніки і технологій для рослинництва. *Вісник Львівського НАУ «Агроінженерні дослідження»*. Львів, 2018. № 12 (2). С. 90–98.
8. Практикум із землеробства : навчальний посібник / Кравченко М. С., Царенко О. М., Міщенко Ю.Г. та ін. ; за ред. Кравченка М. С. і Томошівського З. М. К. : Мета, 2003. 320 с.
9. Методичні вказівки з виконання практичних робіт з дисципліни «Конкурентоспроможність сільськогосподарських машин і обладнання» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 – «Агроінженерія» освітнього рівня «Магістр» / О. В. Холодюк, О. О. Труханська. Вінниця : ВНАУ, 2022. 96 с.
10. Сафранов Т. А. Екологічні основи природокористування : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, 3-тє видання, стереотипне. Львів : «Новий Світ-2000», 2006. 248 с.
11. Носко Б. С., Прістер Б. С., Лобода М. В. Довідник з агрохімічного та агроекотичного стану ґрунтів України. К. : Урожай, 1994. 333 с.
12. Клименко М. О., Борисюк Б. В., Колесник Т. М. Збалансоване використання земельних ресурсів : навчальний посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС. 2014. 552 с.