

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни “ Аналіз якості довкілля”
Спеціальність 101 «Екологія»

Одеса 2017

Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни
“ Аналіз якості довкілля” для студентів 3 курсу денної форми навчання за
спеціальністю 101 «Екологія » / Ільїна В.Г. – Одеса, ОДЕКУ, 2017 - 66 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни “ Аналіз якості довкілля ”
Спеціальність 101 «Екологія »

Затверджено
на засіданні кафедри
екології та охорони довкілля
Протокол №10 від 12.05.2017
Завідувач кафедрою
_____Сафранов Т.А.

Затверджено
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № 9 від 23.05.17
Декан факультету
_____Чугай А.В.

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ
з дисципліни “ Аналіз якості довкілля ”
Спеціальність 101 «Екологія»

Затверджено
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № 9 від 23.05.17
Декан факультету
_____Чугай А.В.

Одеса 2017

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	8
1 АНАЛІЗ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА	9
2 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	38
3 РОЗРАХУНОК ВОДНОГО БАЛАНСУ	45
4 ОЦІНКА СТУПЕНЮ ЗМИВУ ҐРУНТУ	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65

ПЕРЕДМОВА

Вивчення курсу “Аналіз якості довкілля” - необхідна ланка у процесі підготовки спеціалістів по екологічним спеціальностям. Ця навчальна дисципліна належить до професійно-орієнтованого циклу.

Метою вивчення курсу “Аналіз якості довкілля” є: вивчення основних положень атмосферного, методик оцінки якості атмосферного повітря, водних екосистем (прісноводних та морських) за різними

показниками, прогнозування змін стану природних екосистем для запобігання негативних наслідків антропогенного навантаження.

Завдання курсу - формування у студентів світогляду у галузі аналізу й оцінки якості атмосферного повітря, водного середовища та ґрунтового-геологічного покриву з метою відвернення кризових змін екологічного стану довкілля і запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям.

Вивчення курсу „Аналіз якості довкілля” повинно зумовити набуття студентами таких *знань та вмінь*: засвоїти основні терміни та поняття, що застосовуються в межах означеного курсу; знати принципи та критерії оцінки якості природних середовищ; навчитись визначати необхідні методики для оцінки в залежності від задач; орієнтуватись з питань недоліків існуючих методик оцінки якості довкілля та існуючих обмежень щодо їх застосування.

Вивчення курсу базується на знаннях, отриманих з таких фундаментальних навчальних дисциплін як “Загальна екологія (та неоекологія)”, “Моніторинг довкілля”, “Ґрунтознавство” та інших.

Головною формою організації вивчення дисципліни “Аналіз якості довкілля” є самостійна робота над програмою курсу, лекції та практичні заняття. Основною формою контролю засвоєння знань є тестовий контроль та контрольні роботи, а також якість виконання практичних робіт.

1 АНАЛІЗ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВОГО МІСТА

Теоретичні відомості.

Якість атмосфери та інших природних середовищ характеризується значенням нормованих фізичних параметрів (шкідливі речовини, температура й ін.). Ці параметри можна розглядати як найпростіші елементи системи. Якщо для *i*-го елемента норма задана у вигляді максимально припустимого значення, то показник екологічного стану (*ПЕС*) системи (підсистеми) по елементу обчислюється по формулі:

$$ПЕС_i = a_i (H_i - П_i) / H_i \quad (1.1),$$

де H_i , $П_i$ - норма й вимірюване значення i -го параметра;

a_i - коефіцієнт, пов'язаний із класом небезпеки шкідливої речовини (Кл): якщо ступінь небезпеки зростає зі збільшенням номера класу, то $a = Кл$, якщо ступінь небезпеки зменшується зі збільшенням номера класу, то $a = 1/Кл$. Якщо клас не нормований, то приймається клас на один розряд нижче мінімально небезпечного класу.

$ПЕС$ може бути менше, дорівнювати й більше нуля. Якщо $ПЕС$ більше нуля, то параметр далекий від норми й система до даного елемента стійка. Якщо $ПЕС$ дорівнює нулю, то значення параметра дорівнює нормі, система по даному елементу перебуває на межі стійкості. Якщо $ПЕС$ менше нуля, то параметр по даному елементу не задовольняє нормі й система по цьому елементу нестійка. За допомогою $ПЕС$ можна перейти до комплексної оцінки екологічного стану системи (підсистеми) [2].

Комплексний показник екологічного стану системи або підсистеми ($КПЕС$) визначається по сукупності $ПЕС$ всіх елементів:

$$КПЕС = (1/n) \sum_{i=1}^n ПЕС_i \quad (1.2)$$

де n - число елементів у системі (підсистемі).

Для аналізу доцільно використовувати середні й мінімальні значення $КПЕС$, що дозволяє перейти до більш універсальної характеристики екологічного стану - до екологічної надійності ($ЕН$). Екологічну надійність будемо оцінювати як імовірність стійкого стану, тобто ймовірність перевищення $ПЕС$ або $КПЕС$ нульового значення, що відповідає межі стійкості. Для надійності, певної по $ПЕС$, це буде ймовірність неперевикнення, наприклад, концентрації шкідливої речовини гранично припустимого значення.

Досить точні результати дає розрахунок надійності за формулою:

$$ЕН = 1 - \chi^2 / (2N - M + 0,5\chi^2), \quad (1.3)$$

де χ^2 - значення функції „хі-квадрат” при довірчій імовірності γ і числі ступенів волі $(2M + 2)$;

N - загальне число значень $KПЕС$ (або $ПЕС$ при оцінці $ЕН$ елементів системи);

M - число значень $KПЕС$ (або $ПЕС$), менших критичного нульового значення (від’ємні значення $KПЕС$).

Оцінка екологічної надійності елемента, підсистеми, системи в цілому, отримана за допомогою формули (1.8), дозволяє спостерігати за екологічним станом й, в остаточному підсумку, прогнозувати подальші стан системи (підсистеми, елемента).

Далі можна дати оцінку екологічного стану підсистеми:

1. Якщо $KПЕС_{сер}$ і $KПЕС_{мін}$ перевищують нуль, то підсистема екологічно стійка.
2. Якщо $KПЕС_{сер}$ більше нуля, а $KПЕС_{мін}$ менше нуля, то підсистема в середньому стійка з очеретками нестійкості.
3. Якщо $KПЕС_{сер}$ і $KПЕС_{сер}$ менше нуля, то підсистема в цілому нестійка.

Рівні $ЕН$ надійності кваліфікуються так: високий ($ЕН = 0,9$), прийнятний ($0,9 > ЕН \geq 0,8$), низький ($ЕН < 0,8$) [2].

Завдання для виконання. На основі даних спостережень на стаціонарних постах м. Одеси (табл. 1.1 – 1.10):

- 1) розрахувати для кожної домішки $ІЗА$, інтегральні показники, $ПЕС$;
- 2) побудувати графіки ходу показників якості атмосферного повітря по всім домішкам та виконати їх аналіз;
- 3) розрахувати $KПЕС$ і $ЕН$ атмосферного повітря м. Одеси;
- 4) дати висновок про ступінь забрудненості атмосферного повітря міста.

Таблиця 1.1 – Значення концентрацій домішок по постам (січень 1998 р.)

Варіант 1

Дата	Строк	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пил									
3	7	001	001	002	001	001	001	002	001
3	19	001	001	001	001	001	002	001	002
4	7	001	002	002	001	001	002	002	002
4	19	002	001	001	002	001	001	002	
5	7		002	002	001	002	001	002	
5	19		001	001	003	001	002	001	

6	7		002	001	002	002	001	002	
6	19		001	002	003	001	002	001	
8	7		002	001	002	002	002	002	
8	19		001	001	002	001	001	001	
9	7		001	002	001	002	001	002	
9	19		002	002	002	002	001	002	
10	7		001	004	004	002	001	002	
10	19		002	001	003	001	002	002	
12	7		003	003	001	002	002	002	
12	19		002	002	002	002	003	001	
13	7		002	001	002	002	003	002	
13	19		001	003	003	001	002	001	
14	7		002	002	001	002	003	003	
14	19		004	001	003	001	002	003	
15	7	001	002	003	003	002	001	001	002
15	19	001	001	002	002	001	001	002	001
16	7	002	001	002	005	001	002	002	001
16	19	001	006	003	003	003	005	004	001
17	7	001	004	004	002	002	002	003	001
17	19	001	002	002	003	004	003	002	002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	7	001	003	003	004	001	002	001	001
19	19	001	005	003	005	002	005	001	003
20	7	001	003	004	003	001	003	002	004
20	19	001	002	003	003	001	003	001	002
21	7	002	002	005	007	002	003	001	003
21	19	001	003	002	001	002	002	001	001
22	7	002	004	003	002	001	003	001	003
22	19	001	003	001	002	002	002	002	006
23	7	003	002	002	002	001	005	001	002
23	19	001	006	004	001	004	002	002	002
24	7	001	003	002	002	003	005	001	004
24	19	001	005	004	001	002	003	001	002
26	7	001	002	002	002	003	002	001	002
26	19	003	002	002	004	001	003	001	002
27	7	001	002	001	002	001	002	001	001
27	19	001	004	002	002	001	003	002	002
28	7	001	003	001	001	002	002	001	003
28	19	001	003	002	002	001	003	001	002
29	7	002	001	002	003	001	002	001	001
29	19	001	002	001	001	001	002	003	002
30	7	001	002	003	002	002	003	002	001
30	19	001	002	001	001	001	001	002	002
31	7	001	003	002	002	001	001	001	001
31	19	001	001	001	002	001	003	001	
Варіант SO_2									
3	1	002	003	004		003		003	003
3	7			005	005	005		005	005
3	13	003	005	003	004	003	004		002
3	19	004		005	006	006	005	006	005
4	1	002	002	004		002		002	004
4	7			006	005	005		005	006
4	13	005	004	003	003	004	004		
4	19	003		005	006	005	006	005	
5	1		004	004		004		003	
5	7			006	005	006		005	
5	13		004	004	005	006	003		
5	19			003	007	006	004	005	
6	1		002	002		004		004	
6	7			005	004	004		005	
6	13		003	005	004	007	005		
6	19			004	005	003	005	006	

8	1		004	005		002		003	
8	7			006	003	002		004	
8	13		005	004	004	005	003		
8	19			005	006		004	005	
9	1		003	003		003		004	
9	7			004	002	004		006	
9	13		004	006	004	005	004		
9	19			007	005	006	005	007	
10	1		005	004		003		004	
10	7			005	003	004		005	
10	13		006	006	004	005	002		
10	19			003	005	006	003	006	
12	1		004	002		003		004	
12	7			004	002	004		005	
12	13		005	005	003	005	004		
12	19			007	004	007	005	007	
13	1		004	004		003		004	
13	7			006	002	004		005	
13	13		006	007	003	005	004		
13	19			005	006	006	006	006	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	1		004	004		004		003	
14	7			005	003	005		004	
14	13		005	006	005	006	004		
14	19			005	005	007	005	005	
15	1	004	004	003		003		003	004
15	7			004	003	004		004	005
15	13	005	003	005	004	005	004		007
15	19	006		006	005	006	006	005	004
16	1	003	005	004		003		004	002
16	7			005	004	005		005	005
16	13	003	002	003	003	002	002		005
16	19	005		002	005	007	006	003	007
17	1	004	001	005		004		002	004
17	7			003	004	002		003	005
17	13	004	006	006	003	005	003		006
17	19	005		002	005	004	002	006	005
19	1	003	004	004		003		003	004
19	7			005	006	008		005	002
19	13	003	003	003	003	002	004		002
19	19	002		005	005	005	006	003	005
20	1	004	002	006		003		002	007
20	7			004	004	007		010	009
20	13	002	005	007	003	005	004		005
20	19	005		005	008	002	003	006	002
21	1	005	004	003		005		004	005
21	7			005	006	003		005	006
21	13	003	005	006	005	006	006		002
21	19	005		007	004	007	007	006	005
22	1	003	004	005		005		004	003
22	7			006	004	006		005	003
22	13	003	006	004	002	007	005		004
22	19	005		006	006	005	007	006	006
23	1	003	005	004		005		005	003
23	7			005	005	007		005	004
23	13	004	003	003	003	003	003		002
23	19	004		002	002	005	003	003	004
24	1	002	005	005		002		004	004
24	7			006	007	005		008	008
24	13	003	002	007	006	003	004		006
24	19	005		003	005	006	005	003	004
26	1	002	006	007		005		002	002
26	7			003	004	007		003	004
26	13	004	007	002	002	002	002		002

26	19	005		004	007	006	007	006	005
27	1	003	003	004		003		005	003
27	7			005	003	005		002	002
27	13	006	002	003	005	006	005		006
27	19	004		006	002	003	003	007	005
28	1	006	004	005		005		003	004
28	7			003	007	007		008	002
28	13	008	005	005	004	002	005		007
28	19	002		004	002	007	002	004	008
29	1	003	004	005		001		003	002
29	7			003	004	004		005	001
29	13	005	005	002	006	002	007		004
29	19	002		007	002	006	008	003	005
30	1	003	001	002		008		006	003
30	7			005	003	005		001	002
30	13	005	004	005	001	003	004		005
30	19	003		007	004	002	005	004	002
31	1	002	005	002		005		007	001
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	7			002	007	002		005	005
31	13	005	002	002	005	005	002		002
31	19	003		005	004	003	006	002	005
Варіант 3									
CO									
3	7	002	002	003	002	002	005	002	003
3	19	003	003	004	003	003	006	003	004
4	7	004	004	004	004	004	003	003	004
4	19	002	005	003	004	005	004	004	
5	7		005	003	003	005	005	003	
5	19		003	005	004	003	002	002	
6	7		004	005	005	004	003	004	
6	19		005	003	004	003	004	003	
8	7		006	002	004	004	003	004	
8	19		003	003	005	004	005	004	
9	7		004	004	004	005	004	003	
9	19		006	006	002	003	002	002	
10	7		006	006	005	002	005	005	
10	19		005	007	002	004	003	002	
12	7		005	006	003	003	004	003	
12	19		007	006	004	002	002	002	
13	7		006	006	002	004	003	005	
13	19		007	006	004	006	001	005	
14	7		007	007	002	004	003	003	
14	19		006	007	004	003	004	003	
15	7	003	006	006	004	002	001	001	004
15	19	002	005	007	003	001	002	003	005
16	7	002	006	006	005	003	005	005	003
16	19	003	002	005	002	005	003	006	004
17	7	002	004	004	003	002	004	003	005
17	19	002	004	003	003	004	002	003	006
19	7	003	003	004	004	004	004	002	004
19	19	001	005	005	003	005	003	005	003
20	7	001	004	003	002	002	002	002	003
20	19	002	003	004	002	004	003	003	004
21	7	001	005	004	004	004	004	004	006
21	19	002	003	003	003	002	005	004	003
22	7	002	004	002	005	003	002	005	002
22	19	001	004	003	002	004	004	003	002
23	7	001	005	004	002	004	003	002	003
23	19	002	002	003	003	002	002	004	004
24	7	001	003	002	005	002	003	004	003
24	19	002	002	003	003	004	005	002	006
26	7	001	005	004	003	005	005	004	005

26	19	002	002	003	004	002	003	003	002
27	7	001	006	005	002	002	002	001	002
27	19	003	003	003	002	004	004	004	004
28	7	001	005	003	004	004	003	003	004
28	19	001	002	003	005	003	005	003	005
29	7	002	004	002	002	002	001	004	002
29	19	002	004	003	004	003	004	002	002
30	7	001	002	004	004	006	005	003	004
30	19	001	003	003	002	002	002	003	004
31	7	002	006	002	003	002	003	005	003
31	19	002	003	005	004	003	005	004	003
3	1	006	007	007		007		006	005
Варіант 4									
NO₂									
3	7			009	009	009		009	007
3	13	007	008	006	006	006	006		011
3	19	003		011	010	010	007	010	009
4	1	008	009	005		009		008	006
4	7			009	009	011		011	005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	13	010	011	008	011	008	004		
4	19	005		010	004	004	009	009	
5	1		007	006		007		007	
5	7			007	007	009		009	
5	13		008	009	009	010	005		
5	19			010	010	011	009	010	
6	1		009	007		006		006	
6	7			005	005	009		009	
6	13		005	010	008	011	006		
6	19			007	006	012	010	011	
8	1		003	003		007		005	
8	7			006	007	008		008	
8	13		005	008	009	011	007		
8	19			009	010	009	009	011	
9	1		006	004		006		007	
9	7			009	004	009		009	
9	13		007	005	007	010	005		
9	19			004	005	009	007	010	
10	1		009	005		007		007	
10	7			006	007	011		005	
10	13		011	008	009	013	004		
10	19			009	011	009	007	007	
12	1		007	007		006		008	
12	7			010	005	009		010	
12	13		009	009	006	007	009		
12	19			010	008	005	011	007	
13	1		005	007		007		005	
13	7			008	005	009		004	
13	13		006	006	010	011	006		
13	19			010	007	013	008	008	
14	1		004	006		008		006	
14	7			009	009	006		009	
14	13		007	006	011	010	004		
14	19			010	012	009	006	010	
15	1	004	006	005		006		005	005
15	7			004	007	008		008	006
15	13	006	009	007	009	010	007		008
15	19	008		009	010	008	008	009	010
16	1	005	008	006		006		006	006
16	7			008	007	004		009	008
16	13	007	010	009	009	006	004		009
16	19	009		010	005	008	006	010	012
17	1	005	007	005		004		006	005

17	7			007	003	006		008	007
17	13	007	008	009	005	007	003		011
17	19	009		006	007	009	007	009	009
19	1	007	004	005		004		006	006
19	7			007	009	006		009	007
19	13	010	006	009	006	008	009		010
19	19	011		010	004	010	006	005	007
20	1	044	007	005		004		006	004
20	7			007	002	006		009	006
20	13	006	009	009	005	009	005		007
20	19	008		006	007	011	010	005	009
21	1	005	004	005		006		003	005
21	7			008	004	009		005	008
21	13	007	006	009	007	010	006		010
21	19	009		011	008	008	007	008	012
22	1	004	007	006		006		004	006
22	7			008	003	008		006	008
22	13	006	009	005	004	009	004		009
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	19	008		007	008	007	005	007	006
23	1	007	003	003		004		003	004
23	7			005	005	006		006	005
23	13	009	010	008	003	007	003		007
23	19	006		014	006	009	005	010	009
24	1	004	004	003		005		004	005
24	7			008	009	008		005	008
24	13	005	008	007	007	009	007		009
24	19	008		009	002	011	009	007	010
26	1	004	004	004		005		003	005
26	7			009	001	008		006	010
26	13	002	006	008	006	002	003		007
26	19	002		007	008	006	009	011	004
27	1	008	009	003		004		008	003
27	7			007	007	008		010	007
27	13	005	002	006	002	005	005		009
27	19	007		005	004	002	007	005	005
28	1	003	007	009		001		003	003
28	7			002	004	004		005	007
28	13	006	005	004	006	006	004		009
28	19	007		006	008	007	005	006	006
29	1	009	007	004		004		005	004
29	7			007	005	005		009	005
29	13	010	009	007	007	007	004		008
29	19	007		006	009	008	006	010	010
30	1	004	004	005		004		007	004
30	7			009	004	006		009	006
30	13	006	007	006	005	007	007		005
30	19	009		007	009	009	009	005	008
31	1	007	005	004		008		003	006
31	7			006	007	007		007	008
31	13	008	009	008	008	011	005		010
31	19	005		006	005	010	005	004	007

Таблиця 1.2 – Значення концентрацій домішок по постам (лютий 1998 р.)

Дата	Строк	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант 5 <i>Пил</i>									
2	7	001	001	002	002	001	002	001	002

2	19	001	003	003	003	001	002	002	002
3	7	001	003	002	002	002	001	001	004
3	19	001	002	001	001	001	003	002	001
4	7	001	002	002	004	001	002	001	002
4	19	002	004	003	003	002	002	002	004
5	7	001	002	002	005	001	001	001	002
5	19	001	003	001	002	001	004	003	003
6	7	002	002	002	002	001	003	001	001
6	19	001	005	004	004	002	002	001	002
7	7	003	003	003	001	001	003	002	004
7	19	001	002	002	003	002	002	001	002
9	7	002	002	004	002	001	003	004	002
9	19	002	004	002	003	001	005	001	003
10	7	001	002	003	002	004	001	001	002
10	19	001	004	002	004	002	002	001	002
11	7	002	002	001	002	001	002	002	001
11	19	004	004	003	003	001	002	001	004
12	7	001	002	003	002	002	003	002	002
12	19	001	004	002	005	001	002	001	002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	7	002	002	003	003	002	003	001	003
13	19	001	003	002	002	002	001	002	002
14	7	001	003	004	001	001	004	001	001
14	19	001	002	002	002	002	002	002	003
16	7	001	003	001	002	001	002	001	002
16	19	002	003	003	005	003	003	001	003
17	7	001	002	002	002	001	001	001	001
17	19	001	003	002	003	002	003	002	003
18	7	001	002	003	001	001	003	002	002
18	19	001	002	003	002	002	002	001	002
19	7	001	003	002	002	004	002	001	003
19	19	002	002	003	004	001	003	004	002
20	7	001	002	001	001	001	002	001	001
20	19	001	003	002	002	002	003	002	002
21	7	001	004	002	004	001	002	001	006
21	19	002	002	003	002	003	001	002	001
23	7	003	005	003	003	005	006	003	002
23	19	001	001	002	003	001	002	002	002
24	7	001	002	002	002	002	001	001	002
24	19	001	002	006	002	001	003	002	004
25	7	001	001	002	001	001	002	001	002
25	19	002	003	002	004	002	003	002	003
26	7	001	002	001	002	001	002	001	001
26	19	002	002	002	002	002	003	002	002
27	7	001	002	001	002	001	001	001	002
27	19	002	002	002	002	002	002	001	002
28	7	001	001	002	001	002	002	001	001
28	19	001	003	002	003	001	004	002	002
Варіант 6 SO₂									
2	1	002	005	001		002		004	004
2	7			005	004	005		007	002
2	13	003	004	007	005	006	004		003
2	19	005		006	006	006	005	007	003
3	1	002	006	005		005		004	002
3	7			007	007	008		006	005
3	13	003	007	008	005	007	005		006
3	19	005		006	005	006	007	007	003
4	1	004	005	005		004		004	004
4	7			006	004	005		005	007
4	13	006	006	008	006	007	008		007
4	19	007		008	006	008	006	007	006
5	1	005	004	004		006		004	005

5	7			005	004	006		006	007
5	13	006	006	007	005	008	005		008
5	19	004		008	006	006	005	008	007
6	1	005	005	005		005		004	005
6	7			007	004	007		006	007
6	13	004	006	005	004	004	006		004
6	19	005		007	007	005	008	007	007
7	1	003	004	004		005		004	004
7	7			006	005	007		005	006
7	13	004	006	005	003	002	005		004
7	19	005		006	006	005	006	007	005
9	1	004	003	004		004		004	004
9	7			005	004	006		006	006
9	13	006	006	004	004	004	005		004
9	19	003		006	006	006	007	006	006
10	1	004	006	004		004		005	004
10	7			006	004	006		004	004
10	13	006	005	003	003	005	006		004
10	19	004		006	006	008	007	006	006
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	1	005	007	004		005		005	004
11	7			004	004	006		005	006
11	13	003	006	006	005	005	005		005
11	19	006		007	007	007	008	007	006
12	1	004	007	005		004		004	004
12	7			007	005	006		005	006
12	13	003	005	005	004	003	006		004
12	19	005		008	008	005	005	007	007
13	1	004	008	004		004		003	004
13	7			007	006	005		006	005
13	13	004	003	003	004	003	003		003
13	19	005		005	007	006	006	008	006
14	1	003	004	003		004		003	003
14	7			004	005	005		005	004
14	13	003	005	002	003	003	003		003
14	19	004		005	006	005	005	006	005
16	1	003	003	003		003		004	003
16	7			006	007	005		005	004
16	13	003	004	003	003	003	003		003
16	19	005		005	005	006	005	006	006
17	1	003	004	003		003		003	003
17	7			005	006	006		006	005
17	13	003	006	003	003	003	004		004
17	19	003		006	006	005	004	005	006
18	1	004	004	004		003		003	003
18	7			005	003	005		004	004
18	13	003	003	003	005	003	003		002
18	19	004		005	006	006	006	006	004
19	1	002	006	004		003		002	003
19	7			006	006	006		005	004
19	13	005	003	004	004	004	005		002
19	19	004		007	005	005	007	006	004
20	1	003	005	004		004		004	002
20	7			003	005	006		005	004
20	13	003	006	003	004	003	002		005
20	19	005		006	005	006	005	006	006
21	1	003	003	003		003		004	002
21	7			005	004	005		005	005
21	13	005	005	003	002	003	003		003
21	19	004		007	006	005	006	006	005
23	1	003	004	003		003		004	004
23	7			006	004	006		005	006
23	13	002	004	003	003	003	003		004
23	19	003		007	006	005	005	006	006

24	1	002	004	004		003		003	003
24	7			003	006	006		005	005
24	13	003	006	003	003	003	003		003
24	19	004		006	006	005	006	004	006
25	1	003	004	003		003		003	003
25	7			005	003	005		004	005
25	13	003	005	003	005	003	003		003
25	19	005		006	004	006	007	006	005
26	1	003	003	003		003		003	003
26	7			005	005	005		005	005
26	13	004	005	003	003	003	003		002
26	19	004		005	003	005	005	006	005
27	1	003	003	003		004		003	003
27	7			006	005	005		005	004
27	13	003	003	003	003	003	003		005
27	19	004		006	006	005	005	004	005
28	1	003	003	003		003		003	003
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	7			005	004	006		005	006
28	13	003	005	003	003	004	003		003
28	19	005		005	005	005	004	006	005
Варіант 7 СО									
2	7	001	003	001	003	002	003	003	002
2	19	002	005	002	005	003	005	004	003
3	7	001	004	002	002	002	002	002	003
3	19	002	006	003	004	005	003	005	004
4	7	001	002	002	002	003	003	003	004
4	19	003	003	004	004	003	004	002	003
5	7	001	003	002	003	002	002	002	002
5	19	001	004	003	003	004	003	003	003
6	7	001	004	003	002	002	002	002	005
6	19	002	006	005	004	003	004	003	003
7	7	001	002	002	003	002	002	004	002
7	19	003	003	003	004	004	005	002	003
9	7	001	002	004	003	003	003	003	003
9	19	002	005	002	004	003	005	004	004
10	7	001	002	003	003	001	002	002	002
10	19	002	004	005	002	003	003	003	004
11	7	001	003	002	004	005	002	002	005
11	19	002	005	003	004	002	004	004	003
12	7	001	002	002	002	004	003	002	003
12	19	001	004	004	003	002	004	005	002
13	7	001	002	002	002	002	002	002	002
13	19	003	004	004	005	005	005	003	005
14	7	001	002	002	002	002	003	003	002
14	19	002	004	004	003	003	005	004	004
16	7	001	005	003	003	004	002	002	005
16	19	002	003	004	004	002	004	003	003
17	7	001	003	002	002	002	002	002	002
17	19	001	006	003	004	004	003	004	004
18	7	001	002	003	002	004	003	002	004
18	19	002	004	005	003	003	004	003	002
19	7	000	002	001	002	001	002	003	002
19	19	002	006	003	003	003	003	004	003
20	7	001	003	004	002	003	003	002	002
20	19	002	003	003	004	004	005	003	004
21	7	001	005	002	002	002	002	002	002
21	19	002	005	005	005	003	004	003	005
23	7	003	003	003	003	004	004	004	003
23	19	003	007	005	005	005	004	004	005
24	7	001	005	006	003	002	002	002	003
24	19	001	006	005	004	005	005	003	004

25	7	001	006	006	002	002	003	003	002
25	19	002	004	004	005	004	005	005	005
26	7	001	006	006	002	003	002	002	002
26	19	002	006	006	005	004	003	002	005
27	7	002	006	006	002	005	004	004	002
27	19	001	005	004	004	003	004	004	004
28	7	001	003	003	003	003	005	003	003
28	19	001	002	002	004	003	003	004	004
Варіант 8 NO₂									
2	1	007	007	005		006		005	008
2	7			007	004	005		006	011
2	13	004	006	005	006	007	007		003
2	19	008		009	008	005	005	008	004
3	1	006	005	005		005		006	008
3	7			007	004	007		010	010
3	13	009	009	009	006	009	004		007
3	19	010		011	009	011	006	011	006
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	1	005	004	006		006		007	003
4	7			009	005	008		009	006
4	13	008	006	004	007	010	004		009
4	19	010		012	011	007	007	011	010
5	1	004	008	005		006		008	005
5	7			007	006	009		007	007
5	13	006	010	011	009	010	006		009
5	19	008		012	008	007	010	005	010
6	1	004	006	006		004		003	004
6	7			009	004	005		008	006
6	13	010	007	011	011	009	008		009
6	19	008		010	010	011	010	010	008
7	1	006	005	006		005		006	005
7	7			009	005	009		009	009
7	13	009	009	010	008	011	009		008
7	19	008		008	007	010	010	011	011
9	1	004	006	004		004		003	006
9	7			007	003	006		008	009
9	13	010	009	011	009	011	006		011
9	19	008		010	010	010	009	010	010
10	1	005	004	005		004		004	005
10	7			008	005	008		008	009
10	13	009	010	011	009	007	007		008
10	19	008		010	008	010	011	005	007
11	1	004	006	007		006		007	006
11	7			008	005	008		008	009
11	13	006	008	006	007	006	007		007
11	19	007		010	010	010	006	010	010
12	1	005	007	007		007		005	005
12	7			010	006	010		009	009
12	13	006	009	008	008	007	008		005
12	19	009		011	010	009	010	011	007
13	1	006	008	007		008		007	006
13	7			009	005	011		009	009
13	13	004	006	005	009	007	007		006
13	19	008		010	004	009	011	011	010
14	1	006	009	007		005		005	005
14	7			009	007	008		008	008
14	13	007	010	006	008	005	007		005
14	19	010		009	009	009	005	009	009
16	1	008	006	007		006		004	007
16	7			010	006	008		008	009
16	13	010	008	011	009	010	007		008
16	19	009		008	011	009	010	010	011

17	1	006	007	006		006		006	006
17	7			009	006	009		010	010
17	13	010	011	011	012	011	007		011
17	19	008		010	010	010	009	011	010
18	1	005	007	005		005		007	005
18	7			009	006	008		010	009
18	13	009	009	011	009	011	008		011
18	19	010		009	010	009	007	009	010
19	1	004	007	006		006		005	004
19	7			008	004	009		008	006
19	13	009	011	007	008	011	010		009
19	19	010		011	010	010	007	011	012
20	1	007	007	005		005		005	005
20	7			009	006	009		009	009
20	13	004	006	006	007	006	005		004
20	19	009		009	009	008	008	010	006
21	1	005	005	005		005		005	004
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	7			009	010	009		008	006
21	13	009	008	005	006	007	006		003
21	19	007		010	008	010	009	010	007
23	1	005	007	008		006		006	005
23	7			011	005	009		008	007
23	13	009	009	010	009	011	011		010
23	19	011		009	008	010	010	011	008
24	1	005	004	006		006		004	004
24	7			009	004	008		008	006
24	13	007	006	010	006	010	004		008
24	19	006		009	009	009	007	007	007
25	1	005	005	005		006		004	005
25	7			009	006	007		008	009
25	13	010	010	011	010	011	010		008
25	19	008		008	008	009	008	007	010
26	1	004	003	006		004		004	004
26	7			009	004	011		010	006
26	13	006	007	008	009	009	009		008
26	19	008		006	008	008	006	009	007
27	1	006	005	005		005		006	005
27	7			008	006	010		009	007
27	13	009	009	010	009	011	010		010
27	19	008		008	010	010	008	011	008
28	1	004	007	005		005		006	005
28	7			007	006	008		010	008
28	13	007	010	010	010	010	010		007
28	19	009		011	011	012	009	008	006

Таблиця 1.3 – Значення концентрацій домішок по постам
(березень 1998 р.)

Дата	Строк	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант 9 <i>мл</i>									
2	7	001	002	002	002	001	001	001	002
2	19	001	003	003	003	002	002	002	004
3	7	001	001	001	001	001	002	001	001
3	19	002	004	002	002	002	003	002	002
4	7	001	002	003	002	003	002	001	002
4	19	002	003	005	005	001	005	002	004
5	7	001	002	002	002	001	001	001	001
5	19	002	006	003	002	002	002	002	002

6	7	001	001	001	001	001	001	001	001
6	19	001	002	002	003	002	003	003	004
7	7	001	002	001	002	001	002	002	001
7	19	002	003	003	002	004	004	003	003
9	7	001	002	002	002	001	001	001	002
9	19	001	003	002	003	002	002	002	001
10	7	001	001	001	001	001	001	001	001
10	19	001	001	001	001	001	001	001	001
11	7	001	001	001	001	001	001	001	001
11	19	001	001	005	002	001	001	001	001
12	7	001	001	001	001	001	001	001	001
12	19	001	002	002	001	001	002	001	002
13	7	001	002	003	002	002	003	002	002
13	19	004	003	004	004	002	003	002	003
14	7	001	002	001	002	003	002	001	002
14	19	002	005	002	003	001	003	002	006
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	7	001	002	002	001	001	002	004	001
16	19	001	003	003	003	002	003	001	002
17	7	001	002	001	001	001	003	002	002
17	19	001	004	002	002	003	002	002	002
18	7	001	001	002	002	002	002	001	001
18	19	002	003	005	003	002	003	002	003
19	7	001	002	002	005	003	004	001	002
19	19	002	004	003	001	001	002	002	004
20	7	004	001	002	002	002	003	001	002
20	19	002	003	002	003	003	002	002	003
21	7	001	002	003	002	001	003	002	002
21	19	001	003	001	003	002	002	002	003
23	7	001	002	002	002	002	001	001	002
23	19	001	002	002	004	001	002	002	004
24	7	001	001	001	001	001	001	001	001
24	19	001	002	002	002	001	001	001	002
25	7	001	001	001	002	001	001	001	001
25	19	001	002	004	003	002	003	002	003
26	7	001	002	002	001	001	002	001	002
26	19	002	003	002	003	002	002	002	003
27	7	001	001	002	002	001	004	002	001
27	19	002	003	004	003	002	002	002	002
28	7	001	004	003	002	001	002	001	002
28	19	002	000	002	003	003	003	002	003
30	7	001	002	002	001	001	002	001	004
30	19	001	003	002	002	002	002	002	002
31	7	001	002	001	002	001	001	001	001
31	19	001	003	003	003	001	003	002	002
Вариант10 SO₂									
2	1	004	004	003		003		003	003
2	7			005	004	005		005	005
2	13	003	006	004	004	004	005		003
2	19	004		004	005	006	006	007	005
3	1	002	003	004		004		004	003
3	7			005	005	005		006	004
3	13	003	005	004	003	004	003		005
3	19	004		007	006		005	005	006
4	1	003	006	004		004		003	003
4	7			006	005	007		005	005
4	13	003	003	003	002	003	003		003
4	19	005		006	006	004	005	005	005
5	1	002	005	003		003		003	004
5	7			005	005	004		004	006
5	13	004	004	003	006	003	004		003

5	19	004		006	004	005	003	006	005
6	1	004	003	003		003		003	003
6	7			004	005	005		006	005
6	13	004	002	004	003	003	002		005
6	19	002		006	002	006	007	004	006
7	1	005	008	006		002		002	009
7	7			003	005	009		006	004
7	13	007	005	002	003	005	005		003
7	19	005		007	003	007	004	006	006
9	1	003	004	005		004		005	007
9	7			005	004	006		004	006
9	13	004	002	010	003	003	003		005
9	19	006		006	006	005	006	007	003
10	1	005	007	004		004		004	004
10	7			008	002	006		006	006
10	13	007	005	005	005	005	004		002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	19	004		003	003	003	007	003	006
11	1	003	003	006		007		006	007
11	7			005	004	005		003	003
11	13	002	002	004	003	005	005		006
11	19	006		007	006	003	005	005	005
12	1	006	006	006		006		004	004
12	7			005	005	006		006	006
12	13	005	004	004	004	004	006		005
12	19	003		006	006	002	004	007	004
13	1	005	005	006		003		005	007
13	7			005	005	006		006	005
13	13	008	002	004	007	005	003		002
13	19	003		009	006	003	007	004	005
14	1	007	006	007		007		009	009
14	7			005	004	004		006	002
14	13	003	005	006	006	005	005		004
14	19	005		008	005	006	003	005	005
16	1	006	004	001		004		006	003
16	7			005	007	002		005	004
16	13	004	003	003	005	007	002		005
16	19	005		002	002	005	008	003	006
17	1	007	006	006		004		002	005
17	7			007	006	006		004	004
17	13	005	007	008	008	005	006		007
17	19	003		004	003	003	005	007	006
18	1	006	005	002		002		005	003
18	7			006	005	008		003	002
18	13	003	003	005	007	004	003		005
18	19	002		002	003	002	002	003	007
19	1	006	002	003		007		007	004
19	7			006	005	004		005	003
19	13	005	008	003	004	006	004		005
19	19	004		002	006	008	006	003	003
20	1	007	005	005		006		005	002
20	7			006	008	003		003	007
20	13	003	002	004	002	002	003		005
20	19	002		009	005	006	007	008	009
21	1	006	008	005		007		005	006
21	7			004	007	005		002	005
21	13	008	005	006	005	003	005		008
21	19	004		005	003	002	006	003	003
23	1	003	006	003		003		007	005
23	7			007	003	002		004	003
23	13	005	004	006	004	006	004		006
23	19	003		005	008	005	003	002	004
24	1	008	005	004		004		009	005

24	7			007	005	007		004	002
24	13	005	002	005	007	005	004		003
24	19	003		003	003	002	006	005	006
25	1	005	004	002		006		003	008
25	7			006	006	005		005	006
25	13	003	002	008	006	008	005		007
25	19	004		006	003	005	006	004	006
26	1	006	007	004		002		002	005
26	7			005	007	006		004	006
26	13	005	004	006	005	007	003		004
26	19	002		006	003	005	002	006	006
27	1	003	005	003		002		008	005
27	7			006	005	007		006	004
27	13	002	002	002	003	007	005		002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	19	005		008	008	005	007	002	007
28	1	001	006	004		006		005	004
28	7			003	004	003		003	008
28	13	007	004	002	006	006	006		005
28	19	004		004	005	003	003	002	004
30	1	004	006	007		005		005	002
30	7			005	003	008		007	005
30	13	002	006	004	003	003	005		005
30	19	005		004	007	007	007	002	006
31	1	003	004	003		005		005	004
31	7			004	004	004		003	005
31	13	006	005	006	003	007	006		007
31	19	005		005	005	005	003	006	008
Вариант11 CO									
2	7	002	002	002	003	002	002	002	003
2	19	002	002	002	004	003	003	003	004
3	7	001	002	002	003	003	003	002	002
3	19	001	002	002	004	003	003	003	004
4	7	001	002	002	002	003	003	002	004
4	19	001	002	002	003	002	002	003	002
5	7	001	003	003	002	002	002	002	002
5	19	001	003	003	003	003	003	002	003
6	7	001	003	003	002	002	002	001	002
6	19	001	002	002	004	003	003	003	004
7	7	001	002	002	002	003	003	002	002
7	19	001	002	002	003	003	003	003	003
9	7	001	002	002	002	003	003	002	002
9	19	001	003	003	003	002	002	003	003
10	7	003	003	003	002	002	002	002	002
10	19	001	003	002	002	001	001	003	002
11	7	001	003	003	002	001	001	002	002
11	19	002	002	002	002	001	001	002	002
12	7	001	002	002	002	001	001	002	002
12	19	001	003	002	002	002	003	003	003
13	7	001	002	002	003	002	003	003	002
13	19	001	002	002	002	003	004	001	003
14	7	001	002	002	003	002	002	002	003
14	19	001	002	001	003	003	004	002	003
16	7	001	002	002	003	001	001	003	002
16	19	001	002	002	002	003	003	002	003
17	7	001	003	002	002	003	003	002	003
17	19	001	002	002	003	002	002	003	002
18	7	001	002	002	003	002	002	003	003
18	19	001	002	001	002	003	003	002	001
19	7	001	002	004	002	001	001	002	003
19	19	001	002	002	003	002	002	003	003

20	7	001	002	002	002	001	001	001	003
20	19	003	003	005	004	001	002	003	003
21	7	000	005	004	002	003	002	003	002
21	19	001	002	004	002	003	003	001	003
23	7	001	005	004	004	001	001	004	004
23	19	001	006	006	002	003	003	002	002
24	7	001	005	006	002	002	002	002	003
24	19	001	002	002	002	003	003	002	002
25	7	001	005	005	001	001	001	002	001
25	19	001	003	006	004	002	002	003	004
26	7	001	005	005	002	002	002	002	002
26	19	001	005	003	003	003	003	002	004
27	7	001	005	005	002	002	002	003	002
27	19	001	003	006	002	002	002	003	002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	7	001	006	006	002	002	003	001	002
28	19	001	007	002	002	003	003	002	002
30	7	001	006	006	003	002	002	002	003
30	19	001	005	005	002	001	002	002	002
31	7	001	005	004	002	002	003	004	002
31	19	001	006	005	003	003	003	002	003
Баpianт12 NO₂									
2	1	004	005	005		005		003	004
2	7			008	004	007		005	008
2	13	010	010	011	007	009	011		011
2	19	011		010	010	011	010	010	010
3	1	005	005	004		004		005	005
3	7			007	005	010		011	009
3	13	009	009	010	010	011	007		011
3	19	008		008	009	010	010	010	010
4	1	004	006	005		005		006	006
4	7			010	005	009		009	009
4	13	009	010	011	010	011	011		011
4	19	008		010	011	010	010	012	010
5	1	005	006	004		004		005	005
5	7			007	005	007		009	009
5	13	010	010	009	009	010	006		008
5	19	011		008	012	008	009	012	010
6	1	006	006	005		005		006	005
6	7			010	006	009		009	007
6	13	005	009	006	008	010	007		009
6	19	007		007	010	008	009	011	006
7	1	004	005	004		006		005	004
7	7			009	005	009		008	005
7	13	006	008	006	009	010	008		008
7	19	008		007	011	008	010	010	009
9	1	005	005	004		006		006	005
9	7			006	007	009		008	007
9	13	007	009	008	005	011	005		008
9	19	009		010	009	008	009	009	006
10	1	004	006	005		006		006	004
10	7			007	006	007		009	006
10	13	006	008	009	009	009	007		007
10	19	007		006	010	006	010	011	009
11	1	004	006	009		004		007	004
11	7			010	007	008		009	005
11	13	007	009	009	009	009	006		006
11	19	006		006	010	011	009	010	009
12	1	005	005	005		006		006	005
12	7			004	006	008		007	008
12	13	008	007	008	007	010	007		007

12	19	006		010	009	007	010	010	006
13	1	004	005	006		004		006	005
13	7			009	006	006		007	004
13	13	006	009	007	008	007	006		007
13	19	007		008	010	010	009	011	006
14	1	004	005	006		004		007	004
14	7			009	006	005		009	006
14	13	006	007	007	009	007	005		008
14	19	008		005	010	009	010	007	010
16	1	003	006	004		004		005	004
16	7			007	005	006		008	007
16	13	005	010	009	008	008	007		009
16	19	006		010	010	010	009	010	006
17	1	004	007	006		005		006	004
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	7			008	007	007		009	007
17	13	006	010	010	009	009	005		010
17	19	007		007	011	011	007	010	006
18	1	006	009	005		006		006	005
18	7			009	007	008		007	007
18	13	007	005	008	009	009	009		004
18	19	005		009	011	011	010	009	006
19	1	004	007	005		006		006	008
19	7			009	008	009		009	007
19	13	007	008	007	009	010	006		005
19	19	009		010	007	008	007	010	004
20	1	006	010	007		005		006	008
20	7			011	006	007		009	007
20	13	007	009	009	007	009	005		009
20	19	009		007	010	011	009	010	011
21	1	005	007	005		006		007	005
21	7			007	005	008		009	007
21	13	008	006	010	007	010	006		009
21	19	010		012	009	007	009	011	010
23	1	007	005	006		005		006	005
23	7			009	006	008		009	009
23	13	005	007	005	008	009	005		007
23	19	004		008	010	010	010	010	004
24	1	005	010	005		006		009	005
24	7			006	006	009		006	004
24	13	004	009	009	009	010	007		006
24	19	007		010	011	011	009	009	008
25	1	009	005	005		007		005	004
25	7			009	007	009		010	007
25	13	005	008	011	009	011	006		009
25	19	009		008	010	008	008	011	011
26	1	005	007	006		006		006	006
26	7			008	006	008		007	008
26	13	007	010	009	007	009	006		010
26	19	008		010	009	011	008	009	005
27	1	006	006	006		006		006	003
27	7			009	006	007		009	005
27	13	008	008	010	008	009	005		008
27	19	010		013	010	008	008	006	010
28	1	006	006	006		006		004	006
28	7			009	005	009		007	007
28	13	009	010	010	009	010	004		005
28	19	011		008	011	006	009	010	009
30	1	006	006	005		004		008	006
30	7			007	012	006		010	009
30	13	004	007	009	005	007	007		007
30	19	006		010	007	005	005	006	004
31	1	009	005	007		007		007	006

31	7			006	006	006		004	008
31	13	005	009	005	004	007	008		005
31	19	006		008	009	008	010	010	006

Таблиця 1.4 – Значення концентрацій домішок по постам (квітень 1998 р.)

Дата	Строк	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант13 <i>Пил</i>									
1	7	001	002	002	001	001	001	002	001
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	001	003	002	003	001	002	002	003
2	7	001	002	003	002	002	002	001	002
2	19	001	005	003	002	002	003	002	003
3	7	001	002	001	002	001	001	001	001
3	19	002	003	002	004	002	002	002	002
4	7	001	002	004	002	001	003	001	002
4	19	001	004	003	002	002	003	001	003
6	7	001	002	002	001	001	002	002	002
6	19	001	003	002	005	002	002	002	002
7	7	001	001	002	002	001	001	001	003
7	19	002	002	004	003	001	002	005	002
8	7	001	002	001	002	001	002	001	001
8	19	001	003	002	003	003	005	002	002
9	7	001	002	001	001	001	001	001	002
9	19	002	006	005	003	002	003	002	003
10	7	001	002	003	002	001	002	002	001
10	19	002	005	003	003	002	002	002	006
11	7	001	002	001	001	001	002	001	002
11	19	004	003	002	004	003	003	002	002
13	7	001	002	002	002	001	002	001	002
13	19	002	003	004	003	002	006	001	004
14	7	001	002	001	001	001	001	001	001
14	19	001	003	002	004	003	002	002	002
15	7	001	001	002	002	001	001	001	002
15	19	002	004	003	003	001	002	001	003
16	7	001	002	003	002	001	002	001	001
16	19	001	003	002	002	002	003	002	002
17	7	001	001	001	001	001	002	002	002
17	19	002	004	005	003	003	004	005	004
18	7	001	003	002	007	001	001	001	001
18	19	002	002	003	002	002	003	002	003
20	7	001	005	001	001	001	002	001	001
20	19	001	002	002	002	002	005	002	005
21	7	001	004	002	002	004	001	002	002
21	19	002	003	004	004	002	003	002	003
22	7	001	002	001	001	001	001	001	001
22	19	001	004	003	003	002	002	003	003
23	7	001	002	001	001	001	002	001	001
23	19	001	002	003	003	003	004	003	003
24	7	001	003	002	002	001	001	002	002
24	19	003	006	005	002	003	006	003	002
25	7	001	001	002	003	001	003	001	002
25	19	002	003	003	003	002	003	002	005
27	7	001	002	001	002	002	002	002	002
27	19	002	002	002	004	002	003	002	003
28	7	001	002	004	001	001	002	001	001
28	19	002	001	003	002	002	003	003	002
29	7	001	002	001	003	001	001	001	001

29	19	001	002	002	002	001	002	002	002
30	7	001	003	001	001	001	002	001	002
30	19	002	001	001	002	002	002	002	001
Вариант 14 SO₂									
1	1	002	002	002		006		005	005
1	7			005	006	005		004	006
1	13	003	004	003	003	005	003		003
1	19	007		007	005	006	006	002	009
2	1	005	005	004		008		009	006
2	7			002	003	003		004	005
2	13	009	006	007	008	006	003		004
2	19	002		005	004	003	006	002	005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	003	004	004		009		005	007
3	7			006	006	004		003	003
3	13	006	004	003	004	004	003		006
3	19	007		006	006	006	005	006	005
4	1	005	005	004		003		004	004
4	7			005	005	005		005	004
4	13	007	003	004	004	003	003		005
4	19	004		006	006	006	004	006	007
6	1	005	006	003		004		004	004
6	7			005	007	006		006	006
6	13	003	003	003	003	004	003		005
6	19	004		006	006	003	005	005	006
7	1	006	005	004		003		003	005
7	7			006	004	005		005	007
7	13	004	004	003	003	004	004		005
7	19	005		005	006	005	006	006	006
8	1	004	006	003		003		003	005
8	7			005	005	005		006	007
8	13	007	006	003	005	006	004		003
8	19	006		005	004	006	002	003	005
9	1	005	004	004		004		005	003
9	7			005	004	005		006	004
9	13	006	005	006	006	006	007		006
9	19	007		003	006	004	005	004	004
10	1	004	006	004		010		002	004
10	7			005	004	004		004	005
10	13	005	005	003	004	003	006		003
10	19	006		006	006	005	006	004	004
11	1	005	006	004		003		005	003
11	7			005	005	006		007	005
11	13	006	005	003	004	003	004		004
11	19	006		007	006	006	008	005	006
13	1	005	004	004		004		005	003
13	7			005	005	006		004	004
13	13	003	003	003	003	003	003		004
13	19	004		005	007	005	005	006	007
14	1	003	004	003		003		003	003
14	7			005	004	006		006	005
14	13	005	005	004	006	004	003		004
14	19	005		006	007	005	006	005	006
15	1	002	004	003		003		005	004
15	7			005	005	006		004	005
15	13	002	005	003	002	004	003		003
15	19	003		007	005	005	005	005	006
16	1	002	003	003		003		003	003
16	7			005	003	005		005	004
16	13	004	005	003	003	004	004		003
16	19	004		006	006	005	006	004	003

17	1	003	005	004		003		003	003
17	7			005	004	005		006	004
17	13	004	003	003	003	003	003		006
17	19	002		005	004	005	005	004	003
18	1	003	003	003		004		003	005
18	7			005	005	006		004	007
18	13	004	004	004	003	003	004		003
18	19	003		006	003	005	006	006	005
20	1	004	005	003		003		004	004
20	7			006	005	004		005	006
20	13	003	003	004	003	003	003		003
20	19	004		005	006	006	005	006	005
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1	003	004	003		004		004	003
21	7			004	006	005		005	006
21	13	004	005	005	003	003	004		003
21	19	003		007	005	006	005	006	005
22	1	004	003	003		003		003	003
22	7			006	006	005		005	005
22	13	003	004	004	004	003	004		003
22	19	004		006	005	005	005	005	005
23	1	002	005	003		004		003	005
23	7			006	006	006		005	007
23	13	004	003	004	004	004	003		004
23	19	003		007	005	005	006	006	005
24	1	003	006	004		003		004	004
24	7			006	006	005		005	007
24	13	003	005	003	003	004	004		003
24	19	002		005	005	006	005	006	005
25	1	001	003	003		004		002	003
25	7			005	004	006		005	004
25	13	002	004	003	003	003	003		003
25	19	003		006	005	005	005	006	006
27	1	002	005	003		003		003	003
27	7			005	004	005		006	005
27	13	005	004	006	003	006	006		005
27	19	004		006	005	005	005	007	006
28	1	001	004	002		002		002	003
28	7			004	003	004		004	005
28	13	004	005	005	005	005	004		006
28	19	005		004	005	005	005	005	005
29	1	003	003	002		001		002	002
29	7			004	003	003		004	004
29	13	003	004	005	003	003	004		005
29	19	004		006	004	005	006	005	006
30	1	004	003	003		003		003	003
30	7			004	003	004		004	004
30	13	002	005	005	003	003	003		005
30	19	005		006	005	005	005	003	006
Вариант 15 CO									
1	7	001	005	004	002	003	002	002	002
1	19	001	006	006	003	002	003	002	003
2	7	001	004	004	002	002	002	001	002
2	19	001	006	006	004	002	002	003	004
3	7	002	005	006	002	003	002	003	002
3	19	003	004	003	003	003	002	001	003
4	7	001	003	004	002	003	002	002	004
4	19	003	004	003	004	002	003	002	002
6	7	001	004	004	002	003	002	002	002
6	19	001	005	006	003	003	003	003	003

7	7	001	004	004	002	003	002	002	002
7	19	002	005	005	003	003	002	002	003
8	7	001	004	005	002	003	004	002	002
8	19	001	005	004	005	002	001	002	005
9	7	001	006	004	001	003	005	002	001
9	19	002	003	005	003	004	003	001	003
10	7	002	005	004	002	003	002	001	002
10	19	000	004	004	002	002	009	002	002
11	7	001	004	004	003	003	002	001	002
11	19	001	004	004	001	002	003	002	001
13	7	001	003	005	002	002	002	001	002
13	19	001	004	004	002	003	002	002	003
14	7	000	006	002	002	003	002	002	001
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	19	001	002	003	002	004	003	003	002
15	7	001	004	004	001	003	002	001	003
15	19	001	004	004	005	004	001	002	004
16	7	001	003	002	002	003	004	001	002
16	19	001	005	004	004	002	004	002	003
17	7	002	003	003	002	003	003	003	002
17	19	001	005	004	003	003	003	001	002
18	7	002	002	002	003	002	002	002	003
18	19	000	004	003	002	002	007	003	003
20	7	001	006	004	002	003	003	002	002
20	19	001	004	002	002	003	004	002	002
21	7	002	003	005	002	002	002	003	002
21	19	001	005	003	003	003	004	003	003
22	7	000	002	002	001	001	002	001	001
22	19	002	006	005	003	005	005	004	003
23	7	001	001	002	002	002	003	001	004
23	19	003	003	004	004	003	001	003	002
24	7	001	003	001	002	004	002	002	004
24	19	001	004	004	004	003	004	003	002
25	7	002	002	003	002	002	002	002	002
25	19	001	004	002	005	003	001	002	004
27	7	001	005	004	002	002	003	003	001
27	19	002	005	002	003	002	004	002	002
28	7	001	003	003	003	003	002	003	003
28	19	002	003	003	003	003	003	003	002
29	7	002	004	002	002	002	003	003	002
29	19	002	004	003	004	003	004	003	002
30	7	002	003	002	002	003	002	003	003
30	19	003	003	004	002	003	003	004	004
Вариант 16 NO₂									
1	1	007	006	004		004		008	009
1	7			007	008	009		010	007
1	13	003	002	006	006	007	004		004
1	19	008		003	011	004	010	005	009
2	1	005	005	012		010		004	004
2	7			008	009	008		008	007
2	13	004	004	005	004	005	005		009
2	19	010		008	007	003	008	005	010
3	1	005	011	004		008		010	004
3	7			008	010	004		007	007
3	13	007	010	006	009	010	010		009
3	19	009		009	008	008	008	010	008
4	1	005	006	008		005		007	005
4	7			006	006	007		010	007
4	13	006	009	010	009	009	011		009
4	19	010		008	010	011	010	011	010
6	1	006	008	005		004		005	006

6	7			007	005	007		008	009
6	13	008	010	009	007	010	008		010
6	19	006		008	009	008	010	010	009
7	1	005	008	004		005		005	005
7	7			009	004	007		007	007
7	13	007	010	008	007	009	006		009
7	19	009		010	009	008	009	009	008
8	1	005	007	005		005		005	005
8	7			009	005	008		007	006
8	13	008	002	008	008	007	010		008
8	19	010		005	011	004	004	010	010
9	1	006	008	005		008		006	006
9	7			008	008	009		008	007
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	13	009	010	006	010	006	010		009
9	19	011		009	012	010	005	010	010
10	1	005	011	006		005		006	007
10	7			009	008	007		009	009
10	13	009	009	008	009	010	010		010
10	19	008		010	011	008	011	011	007
11	1	004	005	005		005		005	004
11	7			006	006	009		009	007
11	13	006	009	009	009	010	006		009
11	19	009		008	010	008	009	010	011
13	1	005	005	005		006		005	005
13	7			009	005	009		007	009
13	13	009	010	011	009	011	011		011
13	19	011		010	008	010	009	009	010
14	1	004	006	007		005		006	005
14	7			009	005	009		010	009
14	13	007	009	008	009	008	005		012
14	19	010		010	011	006	010	012	011
15	1	006	005	005		005		005	006
15	7			009	006	009		009	008
15	13	009	009	011	010	011	009		011
15	19	008		010	011	010	011	010	008
16	1	005	004	005		004		004	005
16	7			006	005	007		007	009
16	13	007	007	010	010	009	005		008
16	19	009		008	008	008	007	010	010
17	1	006	005	005		004		006	004
17	7			009	007	007		010	007
17	13	009	009	010	009	009	009		009
17	19	008		008	010	008	008	011	011
18	1	005	008	005		006		005	005
18	7			006	006	010		007	009
18	13	009	012	009	010	008	011		008
18	19	008		011	012	010	008	009	010
20	1	005	005	005		005		006	005
20	7			009	005	009		008	009
20	13	007	010	012	009	012	012		011
20	19	009		010	008	010	011	010	010
21	1	006	005	007		004		006	006
21	7			009	005	007		010	010
21	13	011	009	008	009	009	009		008
21	19	010		010	006	008	008	011	010
22	1	004	005	006		005		004	005
22	7			005	004	010		007	006
22	13	007	009	008	007	011	009		008
22	19	009		007	009	010	007	009	007
23	1	005	007	004		007		005	004
23	7			009	005	009		009	006
23	13	010	006	011	009	012	010		010

23	19	009		010	011	010	007	010	008
24	1	005	005	005		007		006	005
24	7			009	005	009		009	007
24	13	007	009	010	009	011	009		009
24	19	009		009	008	010	010	011	008
25	1	005	004	005		008		005	004
25	7			009	006	009		009	007
25	13	010	008	011	010	010	008		009
25	19	011		009	011	009	010	008	008
27	1	006	006	005		005		004	005
27	7			006	006	007		009	009
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	13	009	009	009	010	010	008		008
27	19	008		008	011	008	010	011	010
28	1	005	006	005		004			006
28	7			009	005	007		005	009
28	13	007	009	011	009	011	008		011
28	19	009		010	008	010	007	011	010
29	1	005	006	005		005		007	005
29	7			007	006	009		009	010
29	13	007	009	009	009	011	009		008
29	19	009		011	008	010	010	011	006
30	1	004	005	004		005		005	004
30	7			006	005	007		007	006
30	13	007	010	008	009	009	007		008
30	19	009		009	008	008	009	009	010

Таблиця 1.5 – Значення концентрацій домішок по постам (червень 1998 р.)

Дата	Строк	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Варіант 17									
<i>Пил</i>									
1	7	001	003	002	002	001	003	001	002
1	19	002	004	003	003	002	002	002	004
2	7	001	002	001	001	001	002	001	001
2	19	001	003	004	003	003	003	003	003
3	7	001	001	002	002	001	002	001	003
3	19	002	004	003	003	002	003	003	002
4	7	001	002	001	002	001	002	001	004
4	19	003	003	003	005	003	005	003	003
5	7	001	001	001	001	001	001	001	001
5	19	002	004	003	003	003	004	003	003
6	7	001	002	002	002	002	002	002	002
6	19	001	003	005	003	002	003	003	004
8	7	001	001	001	001	001	001	001	001
8	19	002	003	002	003	003	003	002	003
9	7	001	003	003	001	001	002	002	001
9	19	001	002	004	004	002	004	003	003
10	7	001	001	001	001	001	001	001	001
10	19	001	003	002	002	001	003	002	001
11	7	001	002	003	003	001	001	001	002
11	19	002	003	004	003	003	005	003	003
12	7	001	001	002	002	001	002	002	002
12	19	002	004	002	005	002	004	003	004
13	7	001	003	001	001	002	002	002	001
13	19	003	004	003	003	003	004	003	003
15	7	001	002	002	002	002	002	001	002
15	19	002	003	002	005	003	003	003	003

16	7	001	006	004	003	001	001	001	003
16	19	001	002	002	002	003	005	002	003
17	7	001	002	002	002	002	002	001	003
17	19	002	003	004	004	005	006	001	003
18	7	001	002	001	002	002	002	001	002
18	19	001	004	003	002	003	003	002	003
19	7	001	002	002	002	001	001	001	002
19	19	002	003	004	003	002	004	003	006
20	7	001	001	001	001	001	002	002	001
20	19	001	003	002	003	002	002	002	003
22	7	001	002	002	002	001	002	001	002
22	19	002	003	002	003	002	003	003	003
23	7	001	004	001		001	002		001
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	19	001	001	003		002	004		003
24	7	001	001	001		001	001		001
24	19	002	003	004		003	003		003
25	7	001	002	002		001	002		002
25	19	001	003	003		002	003		002
26	7	001	002	002		001	001		001
26	19	003	003	003		003	003		003
27	7	001	001	001		001	001		002
27	19	001	004	002		002	003		003
29	7	001	001	001	002	001	001	001	002
29	19	002	002	003	003	002	002	002	004
30	7	001	002	001	001	001	001	001	001
30	19	001	002	002	002	002	002	002	003

Вариант 18
SO₂

1	1	005	004	002		002		008	002
1	7			003	007	005		039	005
1	13	002	002	006	006	006	003		003
1	19	001		008	004	004	03	003	007
2	7	04	008	004		007		006	003
2	7			009	006	005		002	002
2	13	006	006	005	002	004	005		005
2	19	002		006	004	002	006	004	007
3	1	002	005	007		008		008	005
3	7			004	006	008		005	003
3	13	004	007	008	003	006	003		002
3	19	007		004	003	002	004	002	005
4	1	007	004	003		007		005	007
4	7			004	002	005		004	005
4	13	005	002	006	006	003	007		003
4	19	003		003	008	006	006	010	003
5	1	007	005	005		004		007	005
5	7			002	004	002		005	004
5	13	005	003	004	004	002	003		002
5	19	003		005	005	004	005	003	003
6	1	002	004	004		002		005	004
6	7			005	002	003		004	002
6	13	003	005	004	004	004	002		002
6	19	004		005	005	005	006	003	004
8	1	002	006	003		002		002	002
8	7			005	004	004		005	003
8	13	002	004	004	005	004	003		003
8	19	004		007	007	006	003	006	004
9	1	002	004	004		002		004	001
9	7			006	004	004		005	003
9	13	003	006	005	003	005	006		003
9	19	005		007	006	007	004	007	004
10	1	002	005	005		004		004	003
10	7			006	005	007		005	005

10	13	002	007	003	004	003	004		002
10	19	004		005	007	005	005	007	005
11	1	002	002	004		004		004	004
11	7			005	004	006		006	005
11	13	003	005	004	005	003	004		004
11	19	005		006	007	005	007	006	007
12	1	002	004	003		003		004	004
12	7			005	005	005		006	005
12	13	002	004	003	003	004	003		003
12	19	003		004	004	005	005	004	005
13	1	003	005	003		003		003	003
13	7			004	003	005		004	004
13	13	003	005	003	004	004	003		003
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	19	004		005	005	005	004	005	005
15	1	003	003	004		004		003	003
15	7			005	005	005		004	004
15	13	002	004	003	003	004	002		005
15	19	004		006	005	005	005	003	005
16	1	002	005	003		004		004	003
16	7			004	004	006		005	005
16	13	002	004	003	003	004	004		003
16	19	004		005	005	005	005	003	004
17	1	002	005	003		003		003	004
17	7			004	005	004		004	004
17	13	003	005	005	004	004	006		002
17	19	004		004	006	005	005	006	004
18	1	003	002	002		002		002	003
18	7			004	003	004		005	005
18	13	004	003	006	004	006	004		002
18	19	005		005	006	004	005	004	005
19	1	002	002	001		002		005	003
19	7			003	002	004		004	005
19	13	004	005	005	005	005	004		002
19	19	003		006	006	005	005	005	004
20	1	003	002	004		003		003	003
20	7			005	005	005		004	005
20	13	002	004	004	005	003	003		002
20	19	002		005	006	005	004	003	006
22	1	003	005	003		003		004	004
22	7			004	004	005		003	003
22	13	004	005	003	005	004	007		005
22	19	005		006	006	006	003	005	007
23	1	004	003	004		003			002
23	7			005		004			004
23	13	005	005	005		005	004		004
23	19	002		006		006	005		005
24	1	003	005	004		004			004
24	7			005		005			006
24	13	002	004	004		002	005		004
24	19	003		007		006	006		005
25	1	003	004	004		004			003
25	7			006		005			005
25	13	002	007	004		004	002		003
25	19	004		007		007	007		006
26	1	002	005	004		004			004
26	7			005		005			005
26	13	003	003	004		002	003		004
26	19	002		005		006	004		006
27	1	002	005	003		004			004
27	7			005		007			005
27	13	003	006	004		003	005		002
27	19	002		004		004	006		006
29	1	004	005	002		005		003	003

29	7			005	005	006		004	005
29	13	002	007	004	007	004	004		005
29	19	002		006	005	005	006	003	007
30	1	004	004	003		004		004	004
30	7			005	002	007		003	006
30	13	002	008	004	005	005	004		004
30	19	001		007	007	007	006	005	005
Вариант 19									
СО									
1	7	001	005	004	004	003	005	002	003
1	19	001	003	004	002	001	002	002	002
2	7	001	003	005	003	001	001	001	002
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	19	002	005	002	003	001	003	003	004
3	7	001	005	005	002	003	003	003	002
3	19	002	003	003	004	001	002	004	003
4	7	002	002	002	002	001	002	003	002
4	19	002	003	003	004	002	001	003	004
5	7	001	003	003	002	004	004	002	004
5	19	001	005	002	003	001	002	004	003
6	7	002	003	004	001	002	001	002	002
6	19	003	004	004	003	001	002	002	003
8	7	001	005	002	002	004	003	001	002
8	19	001	004	005	003	001	002	003	003
9	7	001	005	003	003	002	003	002	002
9	19	001	003	004	003	003	006	003	003
10	7	000	004	003	001	001	001	001	004
10	19	002	006	006	003	007	013	002	003
11	7	001	003	003	002	001	001	001	002
11	19	003	004	003	004	006	008	003	003
12	7	001	003	004	002	006	006	003	002
12	19	002	005	004	004	013	014	004	004
13	7	001	004	003	004	002	002	001	002
13	19	003	004	002	003	004	004	003	003
15	7	001	003	005	002	001	002	002	003
15	19	001	005	004	003	002	002	003	004
16	7	001	004	003	002	002	002	001	005
16	19	001	003	002	004	003	003	002	003
17	7	002	004	004	002	001	001	003	004
17	19	002	006	004	002	002	003	001	002
18	7	001	002	004	003	002	003	003	001
18	19	001	004	003	004	004	005	002	003
19	7	002	004	002	002	001	001	003	004
19	19	000	002	004	003	002	002	003	002
20	7	001	003	003	002	001	003	002	003
20	19	001	003	002	002	003	004	002	004
22	7	002	002	003	003	001	002	003	002
22	19	000	005	006	004	004	003	004	002
23	7	001	003	004		002	002		003
23	19	002	003	003		003	003		003
24	7	001	005	002		002	003		002
24	19	001	005	004		003	004		003
25	7	001	001	002		001	002		002
25	19	001	003	003		003	003		002
26	7	002	003	002		003	003		003
26	19	001	005	003		001	005		002
27	7	002	003	004		002	002		004
27	19	003	003	003		003	003		003
29	7	001	002	002	003	003	002	003	004
29	19	001	003	004	002	005	002	002	002
30	7	001	005	002	001	005	003	001	002
30	19	002	003	003	003	002	002	002	003

Вариант 20 NO ₂									
1	1	005	004	003		004		008	006
1	7			005	005	007		010	010
1	13	004	006	007	007	008	005		006
1	19	007		009	008	010	007	007	008
2	7	003	007	004		005		005	005
2	7			006	006	007		009	007
2	13	005	009	008	008	009	009		008
2	19	007		010	010	006	010	010	010
3	1	004	008	005		004		007	005
3	7			008	005	007		009	007
3	13	006	006	007	007	009	006		009
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	19	008		010	009	005	008	011	010
4	1	003	004	006		003		006	006
4	7			008	004	006		009	008
4	13	004	007	010	008	008	004		010
4	19	007		011	010	010	008	005	012
5	1	005	003	007		004		004	006
5	7			008	006	006		008	009
5	13	008	007	011	009	009	007		011
5	19	007		008	008	007	010	010	009
6	1	005	005	005		005		005	007
6	7			009	007	007		009	010
6	13	009	009	008	010	009	005		008
6	19	008		010	008	008	007	011	007
8	1	004	006	004		007		004	005
8	7			008	005	005		007	008
8	13	008	009	009	008	007	008		010
8	19	009		011	007	010	007	008	008
9	1	005	007	005		005		005	006
9	7			007	004	009		004	009
9	13	007	010	009	009	008	005		008
9	19	009		008	008	010	007	008	007
10	1	005	005	006		005		004	005
10	7			009	005	006		006	004
10	13	010	009	011	009	009	009		006
10	19	008		010	011	008	008	010	009
11	1	007	005	007		004		006	004
11	7			009	005	007		009	006
11	13	010	009	008	007	009	007		010
11	19	009		007	009	010	010	010	008
12	1	005	005	006		006		004	005
12	7			009	005	008		007	007
12	13	009	008	011	007	010	006		009
12	19	008		009	010	009	004	010	008
13	1	005	005	005		005		005	004
13	7			006	004	009		007	009
13	13	007	008	009	007	008	010		007
13	19	009		008	009	012	006	009	006
15	1	006	004	004		006		004	005
15	7			007	005	010		006	009
15	13	005	007	009	009	011	009		011
15	19	009		011	008	009	008	008	010
16	1	005	004	005		005		005	005
16	7			009	004	009		009	007
16	13	009	006	010	006	011	005		009
16	19	008		008	008	009	007	010	008
17	1	004	005	005		005		006	006
17	7			007	005	008		009	008
17	13	007	009	009	009	009	009		010
17	19	009		008	008	008	008	008	012
18	1	005	005	004		004		005	005

18	7			006	004	007		007	008
18	13	010	007	010	007	009	005		007
18	19	011		011	010	008	007	005	010
19	1	005	005	005		006		007	006
19	7			009	006	010		008	009
19	13	001	004	005	004	005	005		004
19	19	005		008	007	006	007	005	006
20	1	003	006	006		004		004	004
20	7			004	005	006		006	005
20	13	005	005	007	006	005	005		004
20	19	004		005	004	007	008	005	003
22	1	002	006	006		005		007	005
22	7			004	005	007		004	006
22	13	004	004	006	007	004	007		004
22	19	006		005	005	005	004	006	007
23	1	004	006	007		008			005
23	7			003		005			007
23	13	005	004	006		007	005		005
23	19	007		004		008	008		008
24	1	004	007	005		007			005
24	7			006		009			008
24	13	006	009	011		005	006		006
24	19	004		009		010	005		009
25	1	005	007	006		005			006
25	7			008		007			004
25	13	007	005	005		009	006		007
25	19	005		010		006	009		010
26	1	004	009	007		008			005
26	7			009		010			007
26	13	006	011	005		005	005		004
26	19	005		008		006	008		007
27	1	003	006	006		007			004
27	7			005		008			006
27	13	005	008	007		004	004		005
27	19	004		008		006	006		007
29	1	005	010	005		008		004	005
29	7			006	005	007		006	007
29	13	003	007	007	009	005	004		004
29	19	006		010	004	008	007	005	008
30	1	004	008	005		005		007	005
30	7			009	006	007		004	008
30	13	005	005	005	009	009	005		005
30	19	004		011	005	010	004	006	009

Таблиця 1.6 – Середньомісячні концентрації домішок на постах (мг/м³)

Домішка	Місяць	№ поста							
		8	10	15	16	17	18	19	20
Пил	Грудень 1997 р.	0,14	0,27	0,25	0,25	0,17	0,25	0,16	0,25
SO ₂		0,035	0,037	0,042	0,042	0,043	0,041	0,04	0,041
CO		1,5	3,7	3,7	3,3	3,2	3,3	3,3	3,6
NO ₂		0,071	0,074	0,078	0,076	0,078	0,082	0,071	0,076
Пил	Січень 1998 р.	0,13	0,24	0,21	0,23	0,16	0,23	0,16	0,2
SO ₂		0,037	0,04	0,045	0,043	0,045	0,044	0,045	0,042
CO		1,9	4,3	4,1	3,3	3,4	3,4	3,3	3,7
NO ₂		0,073	0,068	0,07	0,067	0,075	0,064	0,071	0,072
Пил	Лютий 1998 р.	0,14	0,26	0,23	0,25	0,16	0,24	0,16	0,23
SO ₂		0,039	0,048	0,049	0,048	0,048	0,05	0,05	0,045
CO		1,5	4,0	3,4	3,2	3,1	3,3	3,0	3,3
NO ₂		0,072	0,073	0,081	0,076	0,08	0,078	0,078	0,074
Пил	Березень 1998 р.	0,13	0,23	0,22	0,22	0,16	0,22	0,16	0,22
SO ₂		0,043	0,045	0,049	0,047	0,048	0,047	0,047	0,049
CO		1,1	3,2	3,1	2,5	2,2	2,3	2,3	2,6
NO ₂		0,066	0,073	0,077	0,08	0,078	0,078	0,08	0,069
Пил		0,13	0,27	0,23	0,24	0,16	0,24	0,18	0,22

SO ₂	Квітень 1998 р.	0,04	0,043	0,045	0,046	0,045	0,045	0,045	0,046
CO		1,3	4,0	3,6	2,6	2,8	2,8	2,2	2,5
NO ₂		0,073	0,073	0,077	0,08	0,078	0,086	0,079	0,078
Пил	Травень 1998 р.	0,13	0,23	0,23	0,23	0,17	0,23	0,17	0,23
SO ₂		0,041	0,043	0,043	0,045	0,045	0,042	0,042	0,047
CO		1,5	3,5	3,3	2,8	3,7	4,5	2,7	2,8
NO ₂	Червень 1998 р.	0,058	0,065	0,067	0,064	0,065	0,061	0,069	0,068
Пил		0,13	0,25	0,23	0,25	0,18	0,25	0,19	0,24
SO ₂		0,032	0,046	0,045	0,047	0,045	0,045	0,05	0,04
CO	Липень 1998 р.	1,4	3,7	3,3	2,7	2,7	3,2	2,4	2,8
NO ₂		0,059	0,065	0,073	0,069	0,0725	0,067	0,069	0,07
Пил		0,15	0,28	0,24		0,2	0,26	0,19	0,23
SO ₂	Серпень 1998 р.	0,036	0,042	0,044		0,044	0,043	0,043	0,044
CO		1,5	3,8	3,6		3	3,9	2,7	2,7
NO ₂		0,06	0,067	0,07		0,07	0,07	0,07	0,07
Пил	Вересень 1998 р.	0,15	0,24	0,23		0,22	0,27	0,2	0,2
SO ₂		0,036	0,039	0,041		0,041	0,041	0,04	0,043
CO		1,6	4,3	4,1		5,4	8,6	2,7	3,0
NO ₂	Жовтень 1998 р.	0,06	0,061	0,07		0,07	0,06	0,06	0,07
Пил		0,15	0,26	0,28		0,2	0,24	0,2	0,22
SO ₂		0,038	0,046	0,048		0,045	0,047	0,045	0,045
CO	Листопад 1998 р.	1,5	4,1	4,2	3,0	4,3	5,6	2,4	2,8
NO ₂		0,052	0,062	0,065		0,063	0,07	0,062	0,061
Пил		0,14	0,24	0,19		0,19	0,24	0,18	0,2
SO ₂	Грудень 1998 р.	0,04	0,044	0,044		0,044	0,043	0,045	0,043
CO		1,4	4,2	1,5	2,9	2,9	3,5	2,9	2,9
NO ₂		0,055	0,068	0,075		0,075	0,073	0,071	0,069
Пил	Січень 1999 р.	0,13	0,19	0,17	0,2	0,16	0,2	0,16	0,17
SO ₂		0,038	0,048	0,051	0,043	0,049	0,047	0,047	0,047
CO		1,6	4,0	1,4	2,5	2,3	3,14	2,7	3,2
NO ₂	Лютий 1999 р.	0,048	0,062	0,04	0,061	0,062	0,063	0,065	0,061
Пил		0,12	0,21	0,18	0,2	0,16	0,21	0,17	0,18
SO ₂		0,034	0,037	0,038	0,039	0,038	0,037	0,039	0,035
CO	Лютий 1999 р.	1,9	4,2	3,7	3,3	2,3	2,9	2,7	3,2
NO ₂		0,056	0,061	0,068	0,07	0,071	0,066	0,072	0,067
Пил		0,14	0,14	0,2	0,23	0,19	0,15	0,2	0,15
SO ₂	Лютий 1999 р.	0,031	0,036	0,038	0,039	0,038	0,036	0,037	0,035
CO		2,2	5,2	1,5	2,8	2,6	2,9	2,8	2,7
NO ₂		0,055	0,071	0,078	0,08	0,077	0,07	0,07	0,073
Пил	Лютий 1999 р.	0,13	0,25	0,26	0,25	0,26	0,29	0,23	0,18
SO ₂		0,046	0,045	0,049	0,049	0,047	0,048	0,045	0,047
CO		2,1	5,2	5,4	3,4	4,4	5,9	3,6	2,9
NO ₂		0,063	0,062	0,066	0,064	0,066	0,065	0,063	0,067

2 ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Найбільш поширеним методом оцінки впливу промислового підприємства на якість атмосферного повітря є розрахунок полів концентрацій домішок та оцінка на основі цього зони впливу підприємства (методика ОНД-86). Цей метод є трудомістким, тому в роботі пропонується виконати оцінку на основі розрахунку *ПЕС*. Основні теоретичні відомості щодо розрахунку даного показника наведені в п.1.

Завдання для виконання. За даними інвентаризації джерел викидів для речовин, які дають найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря (табл. 2.1 – 2.10):

- 1) розрахувати *ПЕС* для кожної речовини;
- 2) визначити *КПЕС* та рівень *ЕН* підприємства, що розглядається, та надати рекомендації щодо зниження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря.

Таблиця 2.1 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (Котовське зернопереробне підприємство), 2002 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	<i>ГДК</i> , мг/м ³	Клас небезпеки
1	2	3	4
Пил зерновий	1,232	0,2	3
Пил зерновий	0,3955	0,2	3
Пил зерновий	1,1625	0,2	3
Пил зерновий	1,5257	0,2	3
Діоксид азоту	0,0135	0,085	2
Діоксид азоту	0,0135	0,085	2
Пил зерновий	0,1827	0,2	3
Діоксид азоту	0,0363	0,085	2
Пил зерновий	0,21	0,2	3
Пил зерновий	0,0715	0,2	3
Пил зерновий	0,0771	0,2	3
Пил шроту соняшника	0,014	0,11	3
Пил зерновий	0,065	0,2	3
Пил зерновий	0,6189	0,2	3
Пил зерновий	0,2847	0,2	3
Пил зерновий	0,5418	0,2	3
Пил зерновий	0,2222	0,06	3
Пил шроту соняшника	0,4012	0,11	3
Пил неорганічний з SiO ₂ 20 – 70 %	1,1638	0,3	3
Пил зерновий	0,2157	0,2	3
Пил зерновий	0,0662	0,2	3
Пил мучний	0,0095	0,06	3
Пил мучний	0,006	0,06	3

Продовження табл. 2.1.

1	2	3	4
Пил мучний	0,0095	0,06	3
Пил мучний	0,0067	0,06	3
Пил мучний	0,0074	0,06	3
Пил мучний	0,0068	0,06	3
Пил мучний	0,0064	0,06	3
Пил мучний	0,0063	0,06	3
Пил мучний	0,011	0,06	3
Пил неорганічний з SiO ₂ 20 – 70 %	1,4215	0,3	3
Діоксид азоту	0,0597	0,085	2
Оксид вуглецю	1,7775	5	4
Пил деревини	0,0225	0,1	3

Таблиця 2.2 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (Чубовський комбінат хлібопродуктів), 2002 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпек и
Пил зерновий	1,425	0,2	3
Пил зерновий	0,937	0,2	3
Пил зерновий	0,134	0,2	3
Пил зерновий	0,138	0,2	3
Пил зерновий	0,339	0,2	3
Діоксид азоту	0,0121	0,085	2
Діоксид азоту	0,0119	0,085	2
Діоксид азоту	0,0134	0,085	2
Діоксид азоту	0,0185	0,085	2
Діоксид азоту	0,0333	0,085	2
Пил зерновий	1,429	0,2	3
Пил зерновий	1,432	0,2	3
Пил зерновий	0,328	0,2	3
Пил зерновий	0,343	0,2	3
Пил зерновий	0,378	0,2	3
Пил зерновий	0,398	0,2	3
Пил зерновий	0,647	0,2	3
Пил зерновий	1,027	0,2	3
Діоксид азоту	0,033	0,085	2
Діоксид азоту	0,0472	0,085	2
Пил деревини	0,0238	0,1	3
Пил зерновий	1,345	0,2	3
Пил зерновий	0,065	0,2	3
Пил зерновий	0,033	0,2	3
Пил зерновий	1,379	0,2	3
Пил зерновий	0,965	0,2	3
Оксид вуглецю	1,195	5	4
Оксид вуглецю	1,328	5	4
Діоксид азоту	0,0443	0,085	2
Оксид вуглецю	1,333	5	4
Діоксид азоту	0,0373	0,085	2
Діоксид азоту	0,0239	0,085	2

Таблиця 2.3 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (ВАТ „Стальканат”, концентрація ЗР в житловій зоні), 2001 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпек и
Барію хлорид	0,00228	0,004	2
Кальцію оксид	0,123	0,3	
Марганець і його сполуки	0,00481	0,01	2
Натрію гідрооксид	0,01345	0,01	2
Натрію хлорид	0,00285	0,15	

Натрію карбонат	0,005	0,04	3
Свинець і його сполуки	0,0000165	0,0003	1
Цинку нітрат	0,0035	0,005	
Кальцію гідроксид	0,205	0,5	3
Хрому (III) сполуки	0,00037	0,01	3
Азоту діоксид	0,08109	0,085	2
Хлористий водень	0,0276	0,2	2
Сірчана кислота	0,0744	0,3	2
Сірчистий ангідрид	0,1125	0,5	3
Вуглецю оксид	0,665	5	4
Ортофосфорна кислота	0,00628	0,02	
Ксилол	0,3006	0,2	3
Стирол	0,00264	0,04	2
Толуол	0,3264	0,6	3
Н-бутиловий спирт	0,0326	0,1	3
Бутилацетат	0,0116	0,1	4
Етилацетат	0,0087	0,1	4
Ацетальдегід	0,00212	0,01	3
Керосин	0,3192	1,2	
Олія мінеральна нафтова	0,0242	0,05	3
Уайт-спірит	0,060	1	4
Вуглеводні $C_{12}-C_{19}$	0,022	1	4
Аерозоль фарби	0,118	0,5	
Зола сланцева	0,0775	0,5	3
Пил неорганічний з $SiO_2 > 70 \%$	0,00405	0,15	3
Пил неорганічний з $SiO_2 70 - 20 \%$	11,7582	0,3	3
Пил полістиролу	0,14	0,35	3
Пил деревини	5,7324	0,1	3
Зварювальний аерозоль	0,0265	0,5	
Пил текстоліту	0,12044	0,04	
Пил вугілля	0,0264	0,1	

Таблиця 2.4 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (ВАТ „Стальканат”, концентрація ЗР в СЗЗ), 2001 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпек и
1	2	3	4
Барію хлорид	0,00168	0,004	2
Кальцію оксид	0,084	0,3	
Марганець і його сполуки	0,0035	0,01	2
Натрію гідроксид	0,0068	0,01	2
Натрію хлорид	0,0015	0,15	
Натрію карбонат	0,0028	0,04	3
Свинець і його сполуки	0,000009	0,0003	1
Цинку нітрат	0,00225	0,005	
Кальцію гідроксид	0,09	0,5	3
Хрому (III) сполуки	0,0002	0,01	3
Азоту діоксид	0,0748	0,085	2
Хлористий водень	0,0012	0,2	2

Продовження табл. 2.4.

1	2	3	4
Сірчана кислота	0,027	0,3	2
Сірчистий ангідрид	0,04	0,5	3

Вуглецю оксид	4,5	5	4
Ортофосфорна кислота	0,036	0,02	
Ксилол	0,156	0,2	3
Стирол	0,008	0,04	2
Толуол	0,156	0,6	3
Н-бутиловий спирт	0,019	0,1	3
Бутилацетат	0,004	0,1	4
Етилацетат	0,003	0,1	4
Ацетальдегід	0,0009	0,01	3
Керосин	0,096	1,2	
Олія мінеральна нафтова	0,0105	0,05	3
Уайт-спірит	0,03	1	4
Вуглеводні $C_{12}-C_{19}$	0,01	1	4
Аерозоль фарби	0,055	0,5	
Зола сланцева	0,02	0,5	3
Пил неорганічний з $SiO_2 > 70 \%$	0,0015	0,15	3
Пил неорганічний з $SiO_2 70 - 20 \%$	2,763	0,3	3
Пил полістиролу	0,0385	0,35	3
Пил деревини	4,528	0,1	3
Зварювальний аерозоль	0,01	0,5	
Пил текстоліту	0,0352	0,04	
Пил вугілля	0,009	0,1	

Таблиця 2.5 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (Котовське зернопереробне підприємство), 2004 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпек и
1	2	3	4
Пил зерновий	1,515	0,2	3
Пил зерновий	0,486	0,2	3
Пил зерновий	1,429	0,2	3
Пил зерновий	1,876	0,2	3
Діоксид азоту	0,016	0,085	2
Діоксид азоту	0,016	0,085	2
Пил зерновий	0,224	0,2	3
Діоксид азоту	0,044	0,085	2
Пил зерновий	0,258	0,2	3
Пил зерновий	0,087	0,2	3
Пил зерновий	0,094	0,2	3
Пил шроту соняшника	0,017	0,11	3
Пил зерновий	0,079	0,2	3
Пил зерновий	0,761	0,2	3
Пил зерновий	0,350	0,2	3
Пил зерновий	0,666	0,2	3
Пил зерновий	0,273	0,06	3
Пил шроту соняшника	0,493	0,11	3
Пил неорганічний з $SiO_2 20 - 70 \%$	1,431	0,3	3
Пил зерновий	0,265	0,2	3
Пил зерновий	0,081	0,2	3
Пил мучний	0,011	0,06	3
Пил мучний	0,007	0,06	3
Пил мучний	0,011	0,06	3
Пил мучний	0,008	0,06	3
Пил мучний	0,009	0,06	3
Пил мучний	0,008	0,06	3
Пил мучний	0,007	0,06	3

Продовження табл. 2.5.

1	2	3	4
Пил мучний	0,007	0,06	3
Пил мучний	0,013	0,06	3
Пил неорганічний з SiO_2 20 – 70 %	1,748	0,3	3
Діоксид азоту	0,073	0,085	2
Оксид вуглецю	2,186	5	4
Пил деревини	0,027	0,1	3

Таблиця 2.6 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (Чубовський комбінат хлібопродуктів), 2004 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, mg/m^3	ГДК, mg/m^3	Клас небезпек
Пил зерновий	1,967	0,2	3
Пил зерновий	1,293	0,2	3
Пил зерновий	0,185	0,2	3
Пил зерновий	0,19	0,2	3
Пил зерновий	0,468	0,2	3
Діоксид азоту	0,017	0,085	2
Діоксид азоту	0,016	0,085	2
Діоксид азоту	0,018	0,085	2
Діоксид азоту	0,026	0,085	2
Діоксид азоту	0,046	0,085	2
Пил зерновий	1,972	0,2	3
Пил зерновий	1,976	0,2	3
Пил зерновий	0,453	0,2	3
Пил зерновий	0,473	0,2	3
Пил зерновий	0,522	0,2	3
Пил зерновий	0,549	0,2	3
Пил зерновий	0,893	0,2	3
Пил зерновий	1,417	0,2	3
Діоксид азоту	0,046	0,085	2
Діоксид азоту	0,065	0,085	2
Пил деревини	0,033	0,1	3
Пил зерновий	1,856	0,2	3
Пил зерновий	0,09	0,2	3
Пил зерновий	0,046	0,2	3
Пил зерновий	1,903	0,2	3
Пил зерновий	1,332	0,2	3
Оксид вуглецю	1,649	5	4
Оксид вуглецю	1,833	5	4
Діоксид азоту	0,061	0,085	2
Оксид вуглецю	1,84	5	4
Діоксид азоту	0,051	0,085	2
Діоксид азоту	0,033	0,085	2

Таблиця 2.7 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (ВАТ „Стальканат”, концентрація ЗР в житловій зоні), 2002 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, mg/m^3	ГДК,	Клас
-------------------------	--	------	------

		мг/м ³	небезпек и
1	2	3	4
Барію хлорид	0,003	0,004	2
Кальцію оксид	0,139	0,3	
Марганець і його сполуки	0,005	0,01	2
Натрію гідрооксид	0,015	0,01	2
Натрію хлорид	0,003	0,15	
Натрію карбонат	0,006	0,04	3
1	2	3	4
Свинець і його сполуки	0,00002	0,0003	1
Цинку нітрат	0,004	0,005	
Кальцію гідрооксид	0,232	0,5	3
Хрому (III) сполуки	0,0004	0,01	3
Азоту діоксид	0,092	0,085	2
Хлористий водень	0,031	0,2	2
Сірчана кислота	0,084	0,3	2
Сірчистий ангідрид	0,127	0,5	3
Вуглецю оксид	0,751	5	4
Ортофосфорна кислота	0,007	0,02	
Ксилол	0,34	0,2	3
Стирол	0,003	0,04	2
Толуол	0,369	0,6	3
Н-бутиловий спирт	0,037	0,1	3
Бутилацетат	0,013	0,1	4
Етилацетат	0,01	0,1	4
Ацетальдегід	0,002	0,01	3
Керосин	0,361	1,2	
Олія мінеральна нафтова	0,027	0,05	3
Уайт-спірит	0,068	1	4
Вуглеводні C ₁₂ -C ₁₉	0,025	1	4
Аерозоль фарби	0,133	0,5	
Зола сланцева	0,088	0,5	3
Пил неорганічний з SiO ₂ > 70 %	0,005	0,15	3
Пил неорганічний з SiO ₂ 70 – 20 %	13,29	0,3	3
Пил полістиролу	0,158	0,35	3
Пил деревини	6,478	0,1	3
Зварювальний аерозоль	0,03	0,5	
Пил текстоліту	0,136	0,04	
Пил вугілля	0,03	0,1	

Таблиця 2.8 - Перелік речовин, які дають найбільший внесок в забруднення (ВАТ „Стальканат”, концентрація ЗР в СЗЗ), 2002 р.

Забруднювальна речовина	Концентрація в приземному шарі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Клас небезпек и
1	2	3	4
Барію хлорид	0,00168	0,004	2
Кальцію оксид	0,084	0,3	
Марганець і його сполуки	0,0035	0,01	2
Натрію гідрооксид	0,0068	0,01	2
Натрію хлорид	0,0015	0,15	

Натрію карбонат	0,0028	0,04	3
Свинець і його сполуки	0,000009	0,0003	1
Цинку нітрат	0,00225	0,005	
Кальцію гідроксид	0,09	0,5	3
Хрому (III) сполуки	0,0002	0,01	3
Азоту діоксин	0,0748	0,085	2
Хлористий водень	0,0012	0,2	2
Сірчана кислота	0,027	0,3	2
Сірчистий ангідрид	0,04	0,5	3
Вуглецю оксид	4,5	5	4
Ортофосфорна кислота	0,036	0,02	
Ксилол	0,156	0,2	3
Стирол	0,008	0,04	2
Толуол	0,156	0,6	3
Н-бутиловий спирт	0,019	0,1	3
Бутилацетат	0,004	0,1	4
Етилацетат	0,003	0,1	4
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Ацетальдегід	0,0009	0,01	3
Керосин	0,096	1,2	
Олія мінеральна нафтова	0,0105	0,05	3
Уайт-спірит	0,03	1	4
Вуглеводні $C_{12}-C_{19}$	0,01	1	4
Аерозоль фарби	0,055	0,5	
Зола сланцева	0,02	0,5	3
Пил неорганічний з $SiO_2 > 70 \%$	0,0015	0,15	3
Пил неорганічний з $SiO_2 70 - 20 \%$	2,763	0,3	3
Пил полістиролу	0,0385	0,35	3
Пил деревини	4,528	0,1	3
Зварювальний аерозоль	0,01	0,5	
Пил текстоліту	0,0352	0,04	
Пил вугілля	0,009	0,1	

3 РОЗРАХУНОК ВОДНОГО БАЛАНСУ

Теоретичні відомості. Розрахунок водного балансу застосовується для оцінки випарування з ділянок суші різних розмірів, а також з обмежених за розмірами монолітів, що знаходяться у випарниках.

Таблиця 3.1 – Приклад розрахунку випаровування за даними радіаційного балансу

№ ряд-ка	Позна-чення	Розмірність	Строки спостережень (години)					
			1	7	10	13	16	19

1*	t ₀	°C	10,4	17,0	35,2	35,3	29,6	19,4
2*	t ₅	"	15,5	13,7	15,7	18,9	21,4	20,1
3*	t ₁₀	"	15,5	14,2	14,6	16,7	18,6	18,6
4*	t ₁₅	"	15,1	14,0	14,0	15,2	16,0	16,6
5*	t ₂₀	"	14,6	13,9	13,8	14,1	14,7	15,1
6	Δt ₀	"	6,6	18,2	0,1	-5,7	-10,2	-8,6
7	Δt ₅	"	-1,8	2,0	3,2	2,5	-1,3	-14,2
8	Δt ₁₀	"	-1,3	0,4	2,1	1,9	0,0	-2,7
9	Δt ₁₅	"	-1,1	0,0	1,2	0,8	0,6	-1,1
10	Δt ₂₀	"	-0,7	-0,1	0,3	0,6	0,4	-0,2
11	S ₀	см · град	10,82	29,84	0,16	-9,35	-16,73	-14,10
12	S ₅	"	-11,99	13,32	21,31	16,65	-8,66	-27,97
13	S ₁₀	"	-4,55	1,40	7,35	6,65	0,0	-9,45
14	S ₁₅	"	-3,43	0,0	3,74	2,50	1,87	-3,34
15	S ₂₀	"	-0,06	-0,01	0,02	0,05	0,03	-0,02
16	S	"	-9,21	44,55	32,58	16,50	-23,49	-54,97
17	10 ³ c/τ	кал/(см ³ · град · хв.)	2,08	4,16	4,16	4,16	4,16	2,08
18	B	"	-0,019	0,185	0,136		0,069	-0,098
19	R	"	-0,05	0,13	0,58	0,64	0,43	0,02
20	B	"	-0,07	0,08	0,16	0,10	-0,01	-0,11
21	R-B	"	0,02	0,05	0,42	0,54	0,44	0,13
22	Δt	Град	-0,5	0,2	0,5	0,3	0,1	-0,3
23	Δe	Мб	-0,3	0,4	1,3	1,3	1,3	0,5
24	Δu	м/с	0,5	0,6	1,1	1,1	1,2	0,9
25	k ₁	м ² /с	0,01	0,09	-	-	-	0,05
26	A				0,20	0,13	0,15	
27	P	кал/(см ² · хв.)	-0,01	0,02	0,08	0,07	0,02	-0,02
28	E	мм/год	0,03	0,03	0,34	0,47	0,42	0,15

Цей метод ще відомий під назвою методу випарників. Такі величини як поверхневий стік та водообмін з шарами, розташованими нижче, у повному рівнянні водного балансу застосовуються дуже рідко, лише якщо проводяться спеціальні дослідження.

У більшості випадків, коли ґрунтові води залягають глибоко, використовується спрощене рівняння водного балансу:

$$E = (W_n + r) - W_k, \quad (3.1)$$

де r – опади в мм за інтервал часу;

W_n та W_k – запаси продуктивної вологи на початку і наприкінці інтервалу, за який розраховується випарування, мм.

Це рівняння не дає значних помилок, якщо опади не утворюють поверхневого стоку, а глибина проникнення дощової води у ґрунт не перевищує глибини, до якої вимірювалась вологість ґрунту (100 см). Помилки визначення випаровування за місяць за цією формулою становлять 15 – 18 %.

Метод дозволяє вивчати залежність випарування від стану поверхні та типу ґрунту, елементів рельєфу, рослинності та ін.

Таблиця 3.2 – Приклад розрахунку випаровування за добу впродовж місяця

№ ряд-ка	Позначення	Розмірність	Строки спостережень (години)						
			1	7	10	13	16	19	1
1	t ₀	°C	10,3	11,5	16,6	21,8	20,6	16,2	10,4
2	t ₅	"	12,0	11,0	13,5	16,9	17,6	16,2	12,2
3	t ₁₀	"	12,7	11,2	12,6	15,2	16,3	15,8	12,8
4	t ₁₅	"	12,9	11,4	11,9	13,6	14,5	14,8	13,0
5	t ₂₀	"	12,9	11,6	11,6	12,7	13,7	14,1	13,1
6	R	кал/(см ² · хв.)	-0,06	0,18	0,52	0,59	0,33	0,02	-0,06
7	Δt	°C	-0,8	0,1	0,4	0,5	0,2	-0,3	-0,8
8	Δe	Мб	0,2	0,6	1,2	1,6	1,0	0,7	0,2
9	Δu	м/с	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,0	0,8
10	E	мм/год	0,00	0,13	0,36	0,44	0,27	0,04	0,00

Випарування визначається за зміною маси ґрунтового моноліту з рослинами, які в ньому ростуть, за періоди між окремими зважуваннями:

$$E = 10 / S (P_1 - P_2) + r - n \quad (3.2)$$

де S - площа випарника, см²;

P₁ та P₂ - маса моноліту випарника відповідно в попередній та теперішній термін зважування, г,

r та n - опади та кількість їх, що проникли в ґрунт за відрізок часу між зважуваннями, у міліметрах шару води.

Комплексні методи визначення випарування. Комплексні методи визначення випарування і випарності ґрунтуються на використанні рівнянь теплового і водного балансів.

Широко відомий метод М.І. Будико, який у подальшому був уточнений Л.І. Зубенок. Випарність методом М.І. Будико розраховується з формули:

$$E_0 = \sqrt{\frac{R_0 x}{L}} \left(1 - e^{-\frac{R_0}{xL}} \right) th \frac{xL}{R_0} \quad (3.3)$$

де R_0 - радіаційний баланс зволоженої поверхні, кДж/(см • рік);

x - середня багаторічна сума опадів, см/рік;

L - прихована теплота випарування, кДж/см³.

Якщо відомі опади (x), стік (y), температура (t) і вологість повітря (ϵ), то випарування визначається за теплий період року з виразів

$$E = E_0 \frac{W^n + W^k}{2} \quad \text{при} \quad \frac{W^n + W^k}{2} < W_0 \quad (3.4)$$

$$E = E_0 \quad \text{при} \quad \frac{W^n + W^k}{2} \geq W_0 \quad (3.5)$$

де E_0 - випарність, мм;

W^n і W^k - запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту відповідно на початку і наприкінці періоду, мм;

W_0 - критичний запас продуктивної вологи у метровому шарі, за якого і вище якого $E = E_0$, мм.

До методів, основу яких складають рівняння теплового і водного балансів, відноситься і метод В.С. Мезенцева:

$$E = E_0 \left[1 + \left(\frac{kr + W_n - W_k}{E_0} \right)^m \right]^{-1/m} \quad (3.6)$$

де E_0 – випарність, мм;

r – опади, мм;

k - коефіцієнт недорахування опадів;

$m = \frac{0.301}{\lg \frac{E}{E_0}}$ - параметр, що враховує рельєф місцевості, для рівнин він

становить 3, для пересіченого рельєфу - 2;

W_n і W_K - вологозапаси метрового шару ґрунту;

E_o - сума позитивних часток радіаційного балансу.

Таблиця 3.3 – Розрахунок випаровування для встановлення оптимальних норм зрошення

№ рядка	Характеристика	Розмір-ність	1	2	3	4
1	T	°C	-0.5	5.0	10.2	15.8
2	E	мб	4.4	6.0	7.3	12.2
3	X	мм	12+161	75	26	41
4	Y	мм	9+15	113	23	8
5	e_1	мб	5.9	8.7	12.4	17.9
6	$d = (e_1 - e)$	мб	1.5	2.7	5.1	5.7
7	E_0	мм	15	45	95	112
8	w_0	мм	200	200	170	150
9	$2w_0$	мм	400	400	340	300
10	$E_0 / 2w_0$		0.038	0.113	0.279	0.373
11	$a = 1 + E_0 / 2w_0$		1.038	1.113	0.279	1.373
12	$B = 1 - E_0 / 2w_0$		0.969	0.887	0.721	0.627
13	w_n	мм	200	334	251	159
14	w_nb	мм				100
15	$C = w_nb + x - y$	мм				133
16	$w_k = c / a$ при $(w_n + w_k)/2 < w_0$					97
17	$w_k = w_n + x - y - E_0$ при $(w_n + w_k)/2 \geq w_0$	мм	334	251	159	

Продовження табл. 3.3

№ рядка	Характеристика	Розмір-ність	5	6	7	8	9	10
1	T	°C	18,7	17,1	8,0	3,7	-2,2	-8,7
2	e	мб	14,6	13,6	9,2	6,8	5,1	3,3
3	x	мм	78	34	74	55	35	32
4	y	мм	6	4	5	5	6	4
5	E_1	мб	21,6	19,5	10,7	8,0	5,1	2,9
6	$d = (e_1 - e)$	мб	7,0	5,9	1,5	1,2	0,0	-0,4
7	E_0	мм	123	95	34	20	3	0
8	W_0	мм	150	150	150	150	170	
9	$2w_0$	мм	300	300	300	300	340	

10	$E_0 / 2w_0$		0,410	0,317	0,113	0,067	0,009	
11	$a = 1 + E_0 / 2w_0$		1,410	1,317	1,113	1,067	1,009	
1	$b = 1 - E_0 / 2w_0$		0,590	0,683	0,887	0,933	0,991	
13	w_n	мм	97	91	70	118	150	
14	w_nb	мм	57	62	62	110	149	
15	$c = w_nb + x - y$	мм	129	92	131	160	178	
16	$w_k = c / a$ при $(w_n + w_k)/2 < w_0$	мм	91	70	118	150	177	
17	$w_k = w_n + x - y - E_0$ при $(w_n + w_k)/2 \geq w_0$	мм						

До тепловоднобалансових методів відноситься також і метод Л. Пенмана

$$E = K_e (aR + eE_a)(a + b)^{-1}, \quad (3.7)$$

де K_e - перехідний коефіцієнт, що становить 0,8 - влітку; 0,6 - взимку; 0,7 – навесні і восени;

a - нахил кривої насичення водяної пари при заданій температурі;

R - радіаційний баланс діючого шару води;

b - психрометрична стала;

$$E_a = 0.35(0.5 + 0.5374)(e_{нас} - e)/$$

Існує ще багато методів визначення сумарного випарування, які мають досить обґрунтовані підстави для їх використання.

В основу методу О.Р. Костянтинова покладено положення про те, що випарування з сільськогосподарських полів визначається внутрішніми і зовнішніми факторами життя рослин. Загалом формула має вигляд:

$$E = f(E_0, W, B), \quad (3.8)$$

де B – біологічні властивості рослин, що визначаються видом, сортом та фазою їх розвитку;

E_0 - випарність;

W - вологозапаси ґрунту.

Формула Х.П. Блейні і У.Д. Крідла:

$$E = K_e Q \frac{46T + 813}{100}, \quad (3.9)$$

де K_e - емпіричний коефіцієнт, що залежить від біологічних особливостей рослин;

Q – середня за місяць тривалість дня у % від середньої тривалості за рік;

T - середня за місяць температура повітря.

Формула У.У. Торнтвейна:

$$E = 1.6 \left(\frac{10T}{J} \right)^a, \quad (3.10)$$

де T - середня за місяць температура повітря;

$J = f_1(T)$ - визначається сумою середніх місячних Індексів тепла;

$a = f_2(T)$ - емпіричний коефіцієнт.

Розрахунок випарування будь-яким із методів потребує визначення помилки отриманих результатів. Мірою невідповідності виміряних (E_e) і розрахованих величин (E_p) випарування є середня квадратична помилка, що обчислюється як:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_p - E_e)^2}{n}} \quad (3.11)$$

де n - кількість випадків.

Виміряна величина випарування (E_e) також має певну помилку $\Delta = E_e - E_f$, де E_f - фактична величина випарування. Тоді:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\frac{\sum (E_p - E_f)^2 + (E_e - E_f)^2}{n}} \quad (3.12)$$

$$\text{або } \sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_e^2} \quad (3.13)$$

де σ_P та σ_Φ - відповідно середньоквадратичні розходження між розрахованою і фактичною величинами та між виміряною і фактичною величиною.

Якщо при порівнянні розрахованих будь-яким методом та виміряних величин буде $\sigma_\Sigma = \sqrt{2\sigma_\Phi}$, то такий метод розрахунку приймається для використання у даній місцевості.

Біокліматичний метод розрахунку сумарного випарування. Цей метод запропоновано А.М. Алпатьєвим та уточнено С.М. Алпатьєвим в УНДГМІ. Застосовується метод для розрахунку випарування на зрошуваних ділянках у тому випадку, коли зволоження у кореневому шарі ґрунту становить не менше 65 % найменшої вологості. Метод враховує біологічні властивості рослин.

Розрахунок випарування виконується згідно з формулою:

$$E = a \cdot \Sigma d, \quad (3.14)$$

де E – випарування, мм;

a - біологічний коефіцієнт випарування, який змінюється згідно з кривою, притаманною кожному виду рослин;

Σd - сума середніх за добу дефіцитів насичення повітря за розрахунковий період на висоті 2,0 м.

Для переходу від випарування з ділянок, що не зазнають впливу адвекцій, до випарування з ділянок, які зазнають такого впливу, застосовується перевідний коефіцієнт (α_1), що розраховується за допомогою формули:

$$\alpha_1 = \alpha_{півн} P_{півн} + \alpha_{сх} P_{сх} + \alpha_{півд} P_{півд} + \alpha_3 P_3, \quad (3.15)$$

де $P_{півн}$, $P_{сх}$, $P_{півд}$, P_3 - подані в частках одиниці місячні повторення північного, східного, південного і західного румбів;

$\alpha_{півн}$, $\alpha_{сх}$, $\alpha_{півд}$, α_3 - параметри, які розраховуються для кожного з румбів напрямку вітру (i) за формулою:

$$\alpha_{ш} = \left(\frac{\beta_0}{\beta} - 1 \right) \cdot e^{-nL} + 1, \quad (3.16)$$

де β – параметр визначається з табл. 8.4;

β_0 - значення параметра β на межі зрошуваного поля з незрошуваним, яке становить 2,2;

e - основа натуральних логарифмів;

$n = 0,006$;

L - довжина розгону вітру відповідного румбу над зрошуваним полем, n ; якщо $L > 500$ м, то параметр $\alpha_{ш} = 1$ [9 – 11].

Таблиця 3.4 – Величина β в залежності від t та H

Параметр t	Середня глибина залягання ґрунтових вод H, m									
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.7	1.00	1.07	1.15	1.23	1.32	1.42	1.52	1.63	1.75	1.88
0.8	1.00	1.08	1.17	1.27	1.38	1.49	1.62	1.75	1.90	2.05
0.9	1.00	1.09	1.20	1.31	1.43	1.57	1.72	1.88	2.05	2.25
1.0	1.00	1.11	1.22	1.35	1.49	1.65	1.82	2.01	2.23	2.46
1.1	1.00	1.12	1.25	1.39	1.55	1.73	1.93	2.16	2.41	2.69
1.2	1.00	1.13	1.27	1.43	1.62	1.82	2.05	2.32	2.61	2.94
1.3	1.00	1.14	1.30	1.48	1.68	1.92	2.18	2.48	2.83	3.22
1.4	1.00	1.15	1.32	1.52	1.75	2.01	2.32	2.66	3.06	3.53
1.5	1.00	1.16	1.35	1.57	1.82	2.12	2.46	2.86	3.32	3.86
1.6	1.00	1.17	1.38	1.62	1.90	2.23	2.61	3.06	3.60	4.22
1.7	1.00	1.19	1.40	1.67	1.97	2.34	2.77	3.29	3.90	4.62
1.8	1.00	1.20	1.43	1.72	2.05	2.46	2.94	3.53	4.22	5.05
1.9	1.00	1.21	1.46	1.77	2.14	2.59	3.13	3.78	4.57	5.53
2.0	1.00	1.22	1.49	1.82	2.23	2.72	3.32	4.06	4.95	6.05
2.1	1.00	1.23	1.52	1.88	2.32	2.86	3.53	4.35	5.37	6.62
2.2	1.00	1.25	1.55	1.93	2.41	3.00	3.74	4.66	5.81	7.24

Продовження табл. 3.4

Параметр t	Середня глибина залягання ґрунтових вод H, m									
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9

0,7	2,01	2,16	2,32	2,48	2,66	2,86	3,06	3,29	3,53	3,78
0,8	2,23	2,41	2,61	2,83	3,06	3,32	3,60	3,90	4,22	4,57
0,9	2,46	2,69	2,94	3,22	3,53	3,86	4,22	4,62	5,05	5,53
1,0	2,72	3,00	3,32	3,67	4,06	4,48	4,95	5,47	6,05	6,69
1,1	3,00	3,35	3,74	4,18	4,66	5,21	5,81	6,49	7,24	8,08
1,2	3,32	3,74	4,22	4,76	5,37	6,05	6,82	7,69	8,67	9,78
1,3	3,67	4,18	4,76	5,42	6,17	7,03	8,00	9,12	10,4	11,8
1,4	4,06	4,66	5,37	6,17	7,10	8,17	9,39	10,8	12,4	14,3
1,5	4,48	5,21	6,05	7,03	8,17	9,49	11,0	12,8	14,9	17,3
1,6	4,95	5,81	6,82	8,00	9,39	11,0	12,9	15,2	17,8	20,9
1,7	5,47	6,49	7,69	9,12	10,8	12,8	15,2	18,0	21,3	25,3
1,8	6,05	7,24	8,67	10,4	12,4	14,9	17,8	21,3	25,5	30,6
1,9	6,69	8,08	9,78	11,8	14,3	17,3	20,9	25,3	30,6	37,0
2,0	7,39	9,02	11,0	13,5	16,4	20,1	24,5	30,0	36,6	44,7
2,1	8,17	10,1	12,4	15,3	18,9	23,9	28,8	35,5	43,8	54,1
2,2	9,02	11,2	14,0	17,5	21,8	27,1	33,8	42,1	52,2	65,4
Пара- метр <i>m</i>	Середня глибина залягання ґрунтових вод <i>H, m</i>									
	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
0,7	4,06	4,35	4,66	5,00	5,37	5,75	6,17	6,62	7,10	7,61
0,8	4,95	5,37	5,81	6,30	6,82	7,39	8,00	8,67	9,39	10,2
0,9	6,05	6,62	7,24	7,92	8,67	9,49	10,4	11,4	12,4	13,6
1,0	7,39	8,17	9,02	9,97	11,00	12,2	13,5	14,9	16,4	18,2
1,1	9,02	10,1	11,2	12,6	14,0	15,6	17,5	19,5	21,8	24,3
1,2	11,0	12,4	14,0	15,8	17,8	20,1	22,6	25,3	28,8	32,5
1,3	13,5	15,3	17,5	19,9	22,6	25,8	29,4	33,4	38,1	43,4
1,4	16,4	18,9	21,8	25,0	28,8	33,1	38,1	43,8	50,4	58,0
1,5	20,1	23,3	27,1	31,5	36,6	42,5	49,4	57,5	66,7	77,3
1,6	24,5	28,8	33,8	39,6	46,5	54,6	64,1	75,0	88,3	104
1,7	30,0	35,5	42,1	49,9	59,0	70,2	83,6	98,2	117	
1,8	36,6	43,8	52,5	62,6	75,0	90,0	108	129		
1,9	44,7	54,1	65,3	79,1	95,3	155				
2,0	54,6	66,7	81,5	99,2	122	148				
2,1	66,8	82,0	102	125						
2,2	81,5	102	126							
Пара- метр <i>m</i>	Середня глибина залягання ґрунтових вод <i>H, m</i>									
	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
0,7	8,17	8,76	9,39	10,1	10,8	11,6	12,4	13,3	14,3	15,3
0,8	11,0	11,9	12,9	14,0	15,2	16,4	17,8	19,3	20,9	22,6
0,9	14,9	16,3	17,8	19,5	21,3	23,3	25,5	27,9	30,6	33,4
1,0	20,1	22,4	24,5	27,1	30,0	33,1	33,6	40,4	44,7	49,4
1,1	27,1	30,3	33,8	37,7	42,1	47,0	52,5	58,4	65,3	72,8
1,2	36,6	41,3	46,5	52,5	59,0	66,7	75,2	84,4	95,6	108
1,3	49,4	56,1	64,0	73,3	82,9	94,8	108	123	139	
1,4	66,7	76,5	88,0	102	117	134				
1,5	90,0	104	122							
1,6	122									

Продовження табл. 3.4

Пара- метр <i>m</i>	Середня глибина залягання ґрунтових вод <i>H, m</i>										
	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0

0,7	16,4	17,6	18,9	20,3	21,8	23,3	25,0	26,8	28,8	30,9	33,2
0,8	24,5	26,6	28,8	31,2	33,8	36,6	39,6	42,9	46,5	50,4	54,6
0,9	36,6	40,0	43,8	47,9	52,5	57,5	62,5	68,5	75,5	82,1	90,0
1,0	54,6	60,3	66,7	73,7	81,5	90,0	99,0	110	122	134	148
1,1	81,5	90,7	101	113	126	141	158				

Таблиця 3.5- Приклад розрахунку випарування за методом С.І. Харченко

№ ряд- ка	Умовні позначки	Роз- мір- ність	I	II	III	IV	V	VI
1	T	°C	-14,5	-15,6	2,9	13,9	21,0	25,8
2	E	мб	1,7	1,3	5,6	10,0	11,7	12,3
3	X	мм	17,0	4,0	86+46	56	22	
4	M	мм					49	359
5	H	м			2,8	2,7	2,5	1,9
6	d_2	мб	0,7	1,0				
7	$E_c = 0.37 nd_2$	мб	8	11				
8	e_t	мб			7,5	15,9	24,9	33,2
9	$d = (e_t - e)$	мб			1,9	5,9	13,2	20,9
10	E^0	мм			47	110	175	227
11	M				1,4	1,4	1,4	0,8
12	e^{mH}				50,4	43,8	33,1	4,57
13	$k = E_0 / e^{mH}$	мм			1	3	5	50
14	$E_0 / 2\gamma$				0,16	0,37	0,59	0,77
15	B				0,87	0,80	0,83	0,98
16	$\beta E_0 / 2\gamma$				0,14	0,30	0,49	0,76
17	$c = (1 - \beta E_0 / 2\gamma)$				0,86	0,70	0,51	0,24
18	$f = (1 + \beta E_0 / 2\gamma)$				1,14	1,30	1,49	1,76
19	W_1	мм			44	148	125	94
20	$w_1 c$	мм			38	104	64	23
21	$S = w_1 c + X + M + K$	мм			171	163	140	432
22	$w_2 = S / f$	мм			148	125	94	148
23	$(w_1 + w_2) / 2$	мм			96	136	110	121
24	βE_0	мм			41	88	145	222
25	$E = \beta E_0 (w_1 + w_2) / 2$	мм			27	81	108	182

Завдання до виконання:

- 1) за формулою 3.1 визначити випарування в залежності від маси ґрунтового моноліту з рослинами;
- 2) за формулою 3.2 розрахувати методом М.І. Будико випарність;
- 3) якщо відомі опади (x), стік (y), температура (t) і вологість повітря (e), то випарування визначається за теплий період року з виразів 3.4 та 3.5. Вихідні дані для розрахунків за формулами 3.1 – 3.5 приведені в табл. 3.1 та 3.2;
- 4) вивчити метод, оснований на рівнянні теплового і водного балансів (метод В.С. Мезенцева), як теоретичний метод, описаний формулою 3.6 та

визначити випаровування для встановлення оптимальних норм зрошення. Вихідні данні для розрахунків за формулами 3.1 – 3.5 наведені в табл. 3.3.

5) вивчити метод, оснований на тепловоднобалансових методах, який носить назву метод Л. Пенмана (формула 3.7);

6) вивчити метод О.Р. Костянтинова, в основу якого покладено положення про те, що випарування з сільськогосподарських полів визначається внутрішніми і зовнішніми факторами життя рослин (формула 3.8);

7) за формулою 3.16 та використовуючи дані табл. 3.4 розрахувати перевідний коефіцієнт (α_1) для переходу від випарування з ділянок, що не зазнають впливу адвекцій, до випарування з ділянок, які зазнають такого впливу;

8) розрахувати випарування за біокліматичним методом, використовуючи формулу 3.14.

4 ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗМИВУ ҐРУНТУ

Теоретичні відомості. Для оцінки ступеня змиву ґрунту використовується метод, який ураховує характеристики ґрунту. Близьку до універсального рівняння структуру має формула змиву ґрунту,

$$W_a^{тал} = \frac{K}{10\sqrt{a}} I_a^m L^p \gamma \cdot y_{тал}^i u P_m P_{vex} P_{e,cm} P_{e,cm} A, \quad (4.1)$$

$$W_a^{лн} = \frac{K}{10\sqrt{a}} I_a^m L^p \gamma \cdot y_{лн}^i u P_m P_{vex} P_{e,cm} P_{e,cm} A, \quad (4.2)$$

де $W_a^{тал}$ и $W_a^{лн}$ – змив ґрунту від талих та липневих вод, т/га;

a – відрізок горизонтального положення схилу, на якому визначається змив;

I_a - ухил відрізка схилу a , $I_a = tg\alpha$, де α - кут нахилу, градуси;

L - відстань, на якій визначається змив, м;

m і p - показники ступеня, значення яких для різних умов задаються з табл. 4.1;

γ - параметр, який характеризує насичення водного потоку наносами;

K - параметр, що представляє собою відношення ухилів з показниками

ступеня 1,0 і m і довжини схилу з показником ступеня 0,5 та p $\left(\frac{I_{np}}{I_m} \frac{L_{np}^{0,5}}{L_p} \right)$

на водороздільному відрізку схилу, що водить значення початкової каламутності до її значення при ухилі відрізка I_{np} , рівному 0,004 (табл. 4.2);

$y_{тал}$ – річний шар стоку талих вод з сільськогосподарських угідь, мм;

$y_{лн}$ - шари стоку дощових вод розрахункової забезпеченості, а також за окрему зливу, мм;;

u - коефіцієнт, який визначається або по формулі $u = \frac{h_0 - h}{2h_0} + 1$, де h_0 -

середній багаторічний запас води у снігу, мм, або за відсутності

матеріалів спостережень - по табл. 4.3;

$P_m, P_{мех}, P_{e,ct}, P_{e,ct}$ - коефіцієнти, що характеризують вплив на відносну податливість ґрунту ерозії його різних типів і підтипів (табл. 4.4), механічного складу, ступеня змитості, а також - вплив ступеня змитості на величини стоку зливових і талих вод відповідно;

A - коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічних і лісомеліоративних прийомів на зменшення стоку і змиву.

Таблиця 4.1 – Значення показників ступені m та p , параметра γ та коефіцієнта K при розрахунку змиву, який був викликаний стоком талих вод

Угіддя, стан поверхні	n	p	K	γ , г/м ³
Зяб: оранка упоперек схилу	1,3	0,5	5,25	4,0
оранка уздовж схилу	1,3	0,5	5,25	4,0
Озима: рядки упоперек схилу	1,2	0,5	3,0	1,4
рядки уздовж схилу	1,2	0,5	3,0	2,2
Багаторічні трави 1-го року: рядки упоперек схилу	1,2	0,5	3,0	1,8
рядки уздовж схилу	1,2	0,5	3,0	2,5
Багаторічні трави подальших років: рядки упоперек схилу	0,8	0,4	0,51	0,42
рядки уздовж схилу	0,8	0,4	0,51	0,55
Вигін: хороше задерніння	0,4	0,3	0,09	0,07
середнє задерніння	0,8	0,4	0,51	0,40
слабке задерніння	1,0	0,5	1,0	2,00

При оцінці чисельних значень ґрунтових чинників формул змиву використані як прямі, так і непрямі методи визначення. При визначенні коефіцієнтів, що характеризують вплив механічного складу ґрунтів на їх податливість ерозії.

Таблиця 4.2 - Значення показників ступеня n та p , параметра γ і коефіцієнта K при розрахунку зливогого змиву

Агрофон, стік	Стан поверхні	n	P	K	γ , г/м'
Чистий пар, стік	Рихла	1.30	0.50	5.25	23.0
7 мм	Ущільнена	1.30	0.50	5.25	18.5
Чистий пар, стік	Рихла	1.35	0.50	6.91	23.5
7-15 мм	Ущільнена	1.35	0.50	6.91	19.0
Чистий пар, стік	Рихла	1.40	0.55	7.33	24.0
16-25 мм	Ущільнена	1.40	0.55	7.33	19.4
Чистий пар, стік	Рихла	1.45	0.60	7.78	24.0
>25 мм	Ущільнена	1.45	0.60	7.78	19.4
Кукурудза, буряк, стік	Рядки упоперек схилу	1.30	0.50	5.25	18.5
стік 7 мм	Рядки уздовж схилу	1.30	0.50	5.25	20.3

Продовження табл. 4.2

Агрофон, стік	Стан поверхні	n	P	K	$\gamma, \text{г/м}^3$
Кукурудза, буряк,	Рядки упоперек схилу	1.35	0.50	5.91	18.7
стік 7-15 мм	Рядки уздовж схилу	1.35	0.50	6.91	20.8
Кукурудза, буряк,	Рядки упоперек схилу	1.40	0.55	7.33	19.0
стік 16-25 мм	Рядки уздовж схилу	1.40	0.55	7.33	21.0
Озима пшениця	Рядки упоперек схилу	1.20	0.50	3.00	4.2
Ярові зернові	Рядки упоперек схилу	1.20	0.50	3.00	6.4
Круп'яні	Рядки упоперек схилу	1.20	0.50	3.00	9.0
Багаторічні	Рядки упоперек схилу	1.20	0.50	3.00	4.7
трави 1-го року	Рядки уздовж схилу	1.20	0.50	3.00	5.4
Багаторічні	Рядки упоперек схилу	0.80	0.40	0.51	1.4
Трави	Рядки уздовж схилу	0.80	0.40	0.51	1.9
Однолітні трави	Рядки упоперек схилу	1.0	0.50	1.00	5.2

Таблиця 4.3 - Значення коефіцієнта, який характеризує співвідношення запасів води в снігу перед початком сніготанення на схилах різної експозиції щодо вододілу

Частина схилу	Експозиція схилу							
	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З
Верхня	1.00	1.07	1.03	1.00	0.96	0.93	0.95	0.96
Середня	1.05	1.22	1.13	1.05	0.97	0.84	0.86	0.89
Нижня	1.01	1.26	1.21	1.15	0.90	0.70	0.73	0.76
Прісетева	1.01	1.40	1.31	1.22	0.89	0.56	0.59	0.62

Таблиця 4.4 - Значення коефіцієнта, що характеризує відносну податливість ерозії різних типів і підтипів ґрунтів

Тип і підтип ґрунту	P_T
Чорнозем типовий, вилужений, звичайний	1,00
Чорнозем опідзолений і південний, ґрунт темно-сірий лісовий і червоно-коричневий	1,07
Сірий лісовий, каштановий ґрунт	1,15
Світло-сірий лісовий, дерновий-підзолистий, світло-каштановий ґрунт	1,23
Червоноземи, жовтоземи	0,75

Таблиця 4.5 - Значення коефіцієнта, що характеризує вплив механічного складу ґрунтів на відносну податливість ерозії

Механічний склад ґрунту	P_{MEX}
Глинисті	0,90
Тяжелосуглиністіє	0,95
Среднесуглиністіє	1,00
Легкосуглинисті	1,07
Супіщані	1,15*
Піщані	1,20*

* при крутизні схилів до 1 ° рекомендується значення 0,90, від 1 ° до 2° - 1,0.

Таблиця 4.6 - Значення коефіцієнта, що характеризує вплив ступеня змитості ґрунтів на їх відносну податливість ерозії горизонті ґрунтів різного ступеня змитості

Ступінь змитості ґрунту	P_z
Незмита	1,00
Слабозмита	1,03
Среднезмита	1,08
Сильнозмита	1,14
Дуже сильнозмита	1,20

Значення коефіцієнта, що відображає вплив ступеня змитості на стік талих вод наведено у табл. 4.7.

Таблиця 4.7 - Значення коефіцієнта, що характеризує вплив ступеня змитості ґрунту на стік зливових і талих вод

Ступінь змитості ґрунту	Коефіцієнт для зливових вод при шарі стоку, мм							Коефіцієнт для талих вод
	5	5-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	
Незмита	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Слабозмита	1.02	1.03	1.05	1.07	1.09	1.11	1.13	1.05
Середньозмита	1.08	1.12	1.16	1.20	1.24	1.28	1.32	1.12
Сильнозмита	1.18	1.23	1.28	1.35	1.40	1.45	1.50	1.18
Дуже сильно змита	1.28	1.35	1.42	1.50	1.58	1.66	1.75	1.25

Оцінка змиву ґрунту з урахуванням типу сільськогосподарських угідь. Вона дозволяє обчислювати величину змиву ґрунту розрахункової забезпеченості в середньому з схилу або водозбору залежно від шару стоку відповідної забезпеченості, типу тимчасової мережі на схилі і сільськогосподарського використання схилу або водозбору в поточному і передуючому роках. Стосовно розрахунку зливого змиву ґрунту модель має вигляд

$$M_{r,p\%} = h_p a_1 b k_1, \quad (4.3)$$

де $M_{r,p\%}$ - модуль стоку наносів (змивши ґрунти) за дощовий паводок розрахункової забезпеченості $p\%$, т/га;

h_p - шар зливого стоку тієї ж забезпеченості $p\%$, мм;

a_1 - коефіцієнт, що характеризує особливості змиву на різних угіддях (табл. 4.8) з урахуванням типу струмкової мережі (табл. 4.9);

b - коефіцієнт, що враховує вплив сільськогосподарського використання ґрунту (просапні – 1,0, зернові – 0,9, багаторічні трави – 0,8);

k_1 - коефіцієнт, що характеризує роль крутизни схилу: при $I > 100 \text{ ‰}$, $k_1 = 0,01I$, при $I < 100 \text{ ‰}$, $k_1 = 1,0$ (тут I - середній ухил схилу в ‰).

Таблиця 4.8 - Показник, що характеризує особливості змиву ґрунту на різних угіддях і частинах схилу при дощовій ерозії

Агрофон	Тип струмкової мережі	a_1
Ряснопокровні культури (багаторічні і однорічні трави, зернові) і багаторічний поклад	I, II, III	0,003
Просапні культури: картопля, буряк, кукурудза,	I, II	0,5
та інші	III	4,9
Пара	I, II III	1,4 7,0

Для періоду весняної повені модельний вираз має вигляд:

$$M_{s,p\%} = h_p^n a b k_1, \quad (4.4)$$

де $M_{s,p\%}$ - модуль стоку наносів зі схилу (т/га) за період весняної повені розрахункової забезпеченості $p\%$;

h_p - шар стоку за період весняної повені тієї ж забезпеченості, мм;

a, n - параметри, залежні від типу струмкової мережі на схилі, ґрунту і агрофона (табл. 4.9).

Середньорічна величина змиву з схилів за період сівозміни обчислюється за формулою:

$$M_0 = \frac{\sum_{i=1}^N (M_{si} + M_{ri})}{N}, \quad (4.5)$$

де M_0 - середній для сівозміни модуль річного стоку наносів певної розрахункової забезпеченості, т/га;

M_{si} - модуль стоку за період весняного сніготанення, обчислений за формулою (4.4), т/га;

M_{ri} - модуль зливогого стоку тієї ж розрахункової забезпеченості, обчислений за формулою (4.4), т/га;

N - число полів в сівозміні.

Таблиця 9.9 - Типізація струмкової мережі на схилі

Тип	Характеристика мережі	Довжина струмків, км	Площа водозбору, км ²
I	Мікрострумкова мережа в приводороздільній частині схилу на щодо рівної поверхні з рівномірним ухилом; місцеположення струменів випадкове	до 0,10	до 0,05
II	Струмкова мережа розташованої нижче частини схилу з рівною поверхнею і рівномірним ухилом утворюється злиттям мікрострумочків типу I; місцеположення залежить від форми схилу	Більше ніж 0,10 до 0,30	Більше ніж 0,05 до 0,25
III	Струмкова мережа, виражена в рельєфі, утворюється при злитті в них потоків типу II і впаданні в них потоків типу I	Більше ніж 0,30 до 2,0	Більше ніж 0,25 до 2,0

Протиерозійна стійкість земель визначається на основі критерію протиерозійної стійкості, який має вигляд

$$P_x = \frac{0.1RK}{H_a F_p I^m \psi m \lambda}, \quad (4.6)$$

де P_x - протиерозійна стійкість, безрозмірна;

R - ерозійна міцність ґрунту;

$H_a = H_c + H_n$ - шар активного стоку, м;

H_c - середній багаторічний шар стоку при сніготаненні, м;

H_n - середній багаторічний шар зливового стоку, м;

b - коефіцієнт посилення ерозійної здатності схилів;

F_p - площа водозбору, м²;

I - ухил поверхні в межах заданої точки, ‰;

m - показник ступеня, залежний від ерозійної міцності (для орних земель рівний 1,3);

ψ - коефіцієнт форми схилу;

n - коефіцієнт концентрації наносів;

λ - коефіцієнт, що враховує вплив експозиції схилу;

K - показник протиерозійної ефективності рослинності, протиерозійних заходів і ін.

Таблиця 4.10 - Значення параметрів a , n

Агрофон	Тип ґрунту	Тип струмкової мережі	<i>a</i>	<i>П</i>
Зяб	Підзолисті, світлі опідзолені	I	3.0·10 ⁻⁴	1.0
		II	3.2·10 ⁻²	1.2
		III	1.2	1,1
Зяб	Опідзолені, лісостепові	I	3.0·10 ⁻⁴	1.0
		II	3.0·10 ⁻³	1.6
		III	4.0·10 ⁻²	1.2
Зяб	Чорноземи могутні	I	3.0·10 ⁻⁴	1.0
		II	6.3·10 ⁻⁴	1.8
		III	1.1·10 ⁻²	1.3
Брагаторічний	То ж	I	4.6·10 ⁻⁷	1.6
Поклад		I	3.8·10 ⁻⁵	1,6
		III	3.8·10 ⁻⁴	1.6
Багаторічні	То ж	I	2,8·10 ⁻⁶	1.4
Трави		II	2.3·10 ⁻⁴	1.4
		III	2.3·10 ⁻³	1.4
Озими	То ж	I	4.2·10 ⁻³	1.4
		II	3.5·10 ⁻⁴	1.4
		III	3.5·10 ⁻³	1.4
Стерня	То ж	I	1.1·10 ⁻⁵	1.3
		II	9.3·10 ⁻⁴	1.3
		III	7.2·10 ⁻³	1.3

Ерозійна міцність ґрунтів (R) визначається за формулою:

$$R = \frac{\rho \mu \alpha \sqrt{2g^3 h^3}}{l}, \quad (4.7)$$

де $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ - густина води;

$\mu = 0,82$ - коефіцієнт витрати води через циліндровий насадок;

ω - поперечний перетин отвору насадки, м^2 ;

t - час розмиву, с;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ - прискорення сили тяжіння;

h - тиск води в насадці, м;

l - глибина (довжина) розмиву, м.

Практично ерозійна міцність визначається за даними розмиву заздалегідь гравітаційно-насиченого водою зразка ґрунту струменем води потужністю 1 Вт (діаметр отвору насадки 2,5 мм, тиск води 3,2 м) з використанням формули (Бастраков, 1980):

$$R = \frac{t}{l}, \quad (4.8)$$

Критерій протиерозійної стійкості R_x є безрозмірною величиною. Для практичного його застосування для оцінки «схильності ерозії» орних земель автором методу сформульовані порогові значення критерію, що дозволяють ранжувати ріллю на п'ять категорій (табл. 4.11) [14 – 20].

Таблиця 4.11 – Категорії земель за ступенем протиерозійної стійкості

Протиерозійна стійкість	Категорія земель	Схильність до ерозії	Категорія земель
>0.07	I	Вельми слабкоеродовані	Незмиті
$0.0699-0.025$	II	Слабкоеродовані	Слабо змиті
$0.0249-0.012$	III	Середньоеродовані	Середньо незмиті
$0.0119-0.0065$	IV	Сильноеродовані	Сильнозмиті
<0.0065	V	Вельми сильноеродовані	Дуже сильно-змиті

Завдання до виконання:

- 1) за формулами 4.1 та 4.2 та даними табл. 4.1 – 4.7 розрахувати ступінь змиву ґрунту;
- 2) за формулою 4.3 розрахувати зливовий змив ґрунту, використовуючи значення параметрів з табл. 4.8;
- 3) для періоду весняної повені модельний вираз 4.3 розраховується за формулою 4.4. Значення параметрів представлені у табл. 4.9;
- 4) модуль стоку наносів зі схилу за період весняної повені розрахункової забезпеченості $p\%$ розраховується за формулою 4.5;
- 5) протиерозійна стійкість земель визначається на основі критерію протиерозійної стійкості за формулою 4.6. Значення параметрів представлені у табл. 4.10;
- 6) ерозійна міцність ґрунтів визначається за формулою 4.7.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ільїна В.Г., Чугай А.В. Аналіз якості довкілля. Конспект лекцій. – Одеса, 2009. – 145 с.
2. Ільїна В.Г., Чугай А.В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни “Аналіз якості довкілля”. – Одеса: ОДЕКУ, 2007. – 139 с.
3. Ільїна В.Г., Чугай А.В. Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів при вивченні навчальної дисципліни “Аналіз якості довкілля” для магістрів спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища”, спеціалізація “Управління екологічною безпекою”. - Одеса: ОДЕКУ, 2009. - 21 с.
4. Сафранов Т.А. Загальна екологія та неоекологія. – К.: КНТ, 2005. – 187 с.
5. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. – К.: КНТ, 2007. – 172 с.
6. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 223 с.
7. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. Т.3. – К.: Генеза, 2004. – 494 с.
8. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды / В.И. Седлецкий, А.Д. Хованский, Н.С. Серпокрылов и др. – М.: Прибой, 1996.
9. Тимченко З.В. Методические указания по изучению дисциплины «Основы экологии». – Симферополь, 1999. – 40 с.
10. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.
11. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 262 с.
12. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630-88. – М., 1988. – 69 с.
13. Экологическое состояние трансграничных участков рек бассейна Днестра на территории Украины / Под ред. Васенко А.Г. и Афанасьева С.А. – К.: Академперіодика, 2002. – 355 с.
14. Позаченюк Е.А., Тимченко З.В. Учебное пособие по изучению дисциплины «Водные ресурсы и водное хозяйство Крыма». – Симферополь, 2003. – 107 с.

- 15.Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін.. – К.: Символ-Т, 1998. - 28 с.
- 16.Мусаелян С.М., Худадян Р.В. Методика интегральной оценки загрязненности водных объектов / Вода и экология. - №1. – 2004. – С. 46 – 50.
- 17.Смирнова М.В. Анализ принципов оценки загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами / Вода и экология. - №4. – 2001. – С. 61 – 66.
- 18.Яцик А.В. Водогосподарська екологія. Т.3. – К.: Генеза, 2004. – 494 с.
- 19.Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов. – Лондон, 1972. – 30 с.
- 20.Конвенция о защите Черного моря от загрязнения. – Бухарест, 1992. – 27 с.
- 21.Временная методика оценки ущерба, наносимого рыбным запасам в результате строительства, реконструкции и расширения предприятий, сооружений и других объектов и проведения различных видов работ на рыбохозяйственных водоёмах. - М., 1989. – 24 с.
- 22.Порядок установления нормативов сбора за загрязнение окружающей среды и взыскание этого сбора. – К., 1999. – 12 с.
- 23.Инструкция о порядке расчёта и уплаты сбора за загрязнение окружающей природной среды. – К., 1999. – 15 с.

