

**МАТЕРІАЛИ ДО ПИСЬМОВОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Прогнозування стану довкілля»**

**МОДУЛЯ 7 „ Понятійний апарат та загальні принципи моделювання і прогнозування
стану довкілля ”**

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Перевірити знання слухачів, отримані під час лекцій, практичних занять, семінарів та самостійної роботи.
2. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: тестові завдання.

Література:

1. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
2. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч. посібник. – К.: Видав. дім. „КМ Академія”, 2002. – 203 с.
3. Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна статистика. – К.: ЦУЛ, 2008. – 392 с.
5. Гладкий А.В., Скопечкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: Видав. „Політехніка”, ТОВ „Фірма „Періодика””, 2005. – 152 с.
6. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
7. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.

Загальна кількість балів складає – 100 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

- Відповідь від 90 – 100 балів – 5 A (відмінно);**
Відповідь від 82 – 89 балів – 4 B (дуже добре);
Відповідь від 74 – 81 балів – 4 C (добре);
Відповідь від 64 – 73 балів – 3 D (задовільно);
Відповідь від 60 – 63 балів – 3 E (достатньо);
Відповідь від 35 – 59 балів – 2 FX (не зараховано);
Відповідь від 0 – 34 балів – 2 F (не зараховано).

Тест модульного контролю

Частина 1 (60 балів)

Вірна відповідь – 3 бали

Умови виконання завдання: *дайте або доповніть відповідь.*

1. Моделювання стану довкілля – це наука, що вивчає _____
2. В чому полягає суть імітаційного моделювання? _____
3. Найзагальнішим правилом побудови імітаційної математичної моделі є _____
4. В основі методу моделювання лежать принципи _____.
5. Метод актуалізму полягає в _____.
6. Предметне моделювання — це _____.
7. Аналогове моделювання — це _____.
8. Знакове моделювання — це _____

9. Графічне моделювання будується на _____.
10. Системний аналіз — це _____.
11. Ієрархія систем — це _____.
12. Агрегування — це _____.
13. Декомпозиція — це _____.
14. Рангування — це _____.
15. Характерною особливістю комплексної ієрархічної моделі прийняття рішень є _____.
16. Теорія ймовірностей є наукою про _____.
17. Основними числовими характеристиками випадкових величин є _____.
18. Генеральною сукупністю називають _____.
19. Вибірка — це _____.
20. Ефективною називають оцінку, _____.

Частина 2 (20 балів) Вірна відповідь – 5 балів

1. Метод Лайля - це:

А) Імітаційний метод математичного моделювання.

Б) . Метод актуалізму.

В) Метод сплайн – апроксимації.

2. За якими параметрами оцінюють моделі?

А) достовірність, подібність, адекватність.

Б) імітаційність, стохастичність, точність.

В) . реалістичність, точність, загальність.

3. Які основні фактори враховуються при моделюванні екологічних систем?

А) кліматичні зміни, антропогенне втручання, конкуренція, паразитизм, хижацтво, захворюваність, трофічні ланцюги.

Б) ґрунтова біота, атмосферні опади, кругообіг речовин, антропогенне навантаження.

В) фільтрація, поверхневий стік, фізичне випаровування, клімат, ґрунт, рослинність, біота,

Основними елементами кількісного системного аналізу є мета, альтернативи, витрати (ресурси), критерії, сценарій, системна модель

4. Назвіть основні елементи кількісного системного аналізу.

А) альтернативи, ресурси, критерії, сценарій, системна модель.

Б) мета, альтернативи, критерії, сценарій, прогноз.

В) мета, альтернативи, витрати (ресурси), критерії, сценарій, системна модель

Частина 3 (20 балів)

Вірна розгорнута відповідь – 2 бали

1. За якими принципами класифікують математичні моделі?

2. В чому полягає різниця між моделями із зосередженими значеннями та моделями з розподіленими значеннями?

3. Дайте пояснення терміну «знакова модель» та назвіть різновиди знакового моделювання.

4. Загальні принципи стохастичного моделювання.

5. В чому полягає різниця між статичними і балансовими моделями?

6. Які основні принципи застосовують при побудові моделей екологічних процесів?

7. В чому полягає різниця між регіональними і локальними моделями соціоекосистем?

8. Назвіть основні етапи системного аналізу:

9. Загальні принципи індуктивного напрямку системного аналізу.

10. Дайте визначення терміну «Ризик для здоров'я населення». Який основний принцип покладено в основу методу оцінки ризику для здоров'я населення?

Практичне заняття № 11

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 8. Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля.

Розділ 11: «Статичні моделі в екології»

Тема: „ Визначення кореляційних залежностей впливу природних чинників на гідрологічні показники стану водних об’єктів ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із загальними принципами екологічного моделювання графоаналітичним методом.
2. Довести до студентів інформацію про графоаналітичний метод.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

План

1. Загальні принципи регресійного аналізу

Практичні завдання

Література:

1. Лаврик В. І. Методи математичного моделювання в екології. – Київ: Фітоцентр, 1998 р.;
2. Шмандій В.М., Палій П. Б., Курбашов К. Р., Богобояцький В. В. „Принципи моделювання та прогнозування в екології”. – Київ, Фенікс 2000р
3. Літнарівич Р.М. Побудова і дослідження математичної моделі за джерелами експериментальних даних методами регресійного аналізу [Текст] : навч. посібник / Р.М. Літнарівич. – Рівне : МЕНУ, 2011. – 140 с.
4. Айвазян С.А. , Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей [Текст] / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1985

1. Загальні принципи регресійного аналізу

Регресійний аналіз є одним з основних статистичних методів побудови математичних моделей об'єктів або явищ по існуючим даним.

Класичний регресійний аналіз включає методи побудови математичних моделей досліджуваних систем, методи визначення параметрів цих моделей і перевірки їх адекватності. Він припускає, що регресія є комбінацією лінійно незалежних базисних функцій від факторів з невідомими коефіцієнтами. Фактори й параметри є детермінованими, а відгуки – рівноточними некорельованими випадковими величинами. Передбачається також, що всі змінні вимірюють у неперервних числових шкалах.

Регресійна модель описує кореляційні зв'язки, які об'єктивно існують між явищами. Як правило, кореляційні зв'язки надзвичайно складні та різноманітні. В одних випадках при зміні пояснюючих факторів x_i величина результуючого фактора y змінюється рівномірно, в інших – нерівномірно. Іноді зменшенням може змінитися зростанням, і навпаки. Простежити всі ці взаємозв'язки і встановити точний функціональний вид дуже складно і практично неможливо. Саме тому при виборі типу функції йдеться лише про апроксимацію складних за своєю природою взаємозв'язків відносно простими функціями. На практиці найбільш поширеним є лінійні регресійні моделі. Оскільки цей підхід передбачає однаковий характер зв'язку з усіма факторами, він, безумовно, містить у собі певну умовність. Однак використання надто складних функцій неминуче призводить до збільшення кількості параметрів, а отже, зменшує точність вимірювання.

Регресійні моделі зв'язують кількісні змінні – результуючу і пояснюючі (ендогенні та екзогенні).

Поділ змінних на результуючу і пояснюючі в регресійному аналізі завжди проводиться на основі змістовних понять.

Розглянемо загальну схему регресійного аналізу. Нехай результуюча змінна y пов'язана з деякими пояснюючими змінними $x_1, \dots, x_k$, які зручно представляти у вигляді компонент вектора $x = [x_1, \dots, x_k]^m$, (т- транспонування). Зв'язок являється стохастичним: значення y змінної y , отримані в різних експериментах при фіксованих значеннях вектора x , випадковим чином флюктує навколо деякого невідомого рівня $\eta(x)$:

$$Y = Y(x) = \eta(x) + \varepsilon, \quad (1)$$

де друга складова визначає випадкове відхилення результуючої змінної від величини $\eta(x)$. Випадкові відхилення ε можуть слугувати проявом впливу не врахованих у векторі x (і може бути, випадкових) факторів, випадковими похибками вимірів результуючої змінної та іншими причинами,

Середнє значення відхилень приймається рівним нулю, тому математичне сподівання результуючої змінної співпадає зі значенням функції $\eta(x)$.

$$M\{Y(x)\} = \eta(x) \quad (2)$$

Це рівняння називається регресією (рівнянням регресії), а функція $\eta(x)$ - функцією регресії.

Існує велике число типів регресійних моделей, визначених видом функції регресії $\eta(x)$, які, як правило, залежать не тільки від пояснюючих змінних, але і від деяких параметрів $\beta_1, \dots, \beta_m$, які також зручно представляти у вигляді векторів $\beta = [\beta_1, \dots, \beta_m]^m$;

$$\eta(x) = \eta(x, \beta) \quad (3)$$

Для таких функцій регресії задача їх визначення зводиться до задачі оцінки вектора параметрів β по експериментальним даним. В залежності від того, як ці параметри входять у функцію регресії, моделі діляться на лінійні і нелінійні (по параметрам).

Лінійних регресійні моделі в загальному вигляді можна записати таким чином:

$$Y(x) = \eta(x, \beta) + \varepsilon = \sum_{j=1}^b \beta_j f_j(x) + \varepsilon \quad (4)$$

де $f_j(x) = f_j(x_1, \dots, x_k)$ - деякі відомі функції пояснюючих змінних, що не включають в себе невідомі коефіцієнти β_j . Функції $f_j(x)$ називають регресорами.

Цю модель зручно представити у векторній формі:

$$Y = Y(x) = f^T \beta + \varepsilon, \quad (5)$$

де $f^T = [f_1(x), \dots, f_m(x)]^T$ - вектор регресорів.

Розглянуті моделі описували результат одного спостереження. Поширили їх на випадок спостереження n вимірів. З врахуванням загального виразу (5) результати n експериментів можна представити у вигляді

$$y_n = y(x_n) = f_n^T \beta + \varepsilon_n \quad (6)$$

де y_i - значення результуючої змінної Y , отримане в i -му спостереженні; $x_i = [x_{i1}, \dots, x_{im}]^T$ - вектор пояснюючих змінних в i -му спостереженні; $f_i^T = [f_1(x_i), \dots, f_m(x_i)]^T$ - вектор регресорів; ε_i - i - значення випадкового відхилення.

В даному випадку мається на увазі, що параметри β_j незмінні при проведенні всіх спостережень. Величина $x_{ij} (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m})$ представляє собою значення j -ї змінної, отриманої в i -му

спостереженні.

Вираз формули (6) зручно записувати у векторно-матричній формі:

$$y = F\beta + \varepsilon = \eta + \varepsilon, \quad (7)$$

де $y = [y_1, \dots, y_n]^T$ - вектор відгуків;

$F = f_1(x_n) \dots f_m(x_n)$ - матриця регресорів; $\varepsilon = [\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n]^T$ - вектор відхилень; $\eta = [\eta(x_1), \dots, \eta(x_n)]^T$ - вектор регресії

Основним завданням регресійного аналізу являється отримання оцінок параметрів регресії, які були оптимальними.

Лінійна регресія зводиться до знаходження рівняння виду:

$$\bar{y} = a + b * x + \varepsilon \quad (8)$$

Рівняння виду $\bar{y} = a + b * x + \varepsilon$ дозволяє по заданих значеннях фактору x мати теоретичні значення результативної ознаки підстановкою в нього фактичних значень фактору x .

Побудова лінійної моделі зводиться до оцінки її параметрів – a і b . Оцінки параметрів лінійної регресії можуть бути знайдені різними методами.

Класичний підхід до оцінювання параметрів лінійної регресії заснований на методі найменших квадратів.

Метод найменших квадратів (МНК) дозволяє отримати такі оцінки параметрів a і b , при яких сума квадратів відхилень фактичних значень результативної ознаки y від розрахункових (теоретичних) $\bar{y}_x$ мінімальна:

$$\sum_i (y_i - \bar{y}_{x_i})^2 \rightarrow \min \quad (9)$$

Для того, щоб знайти мінімум функції (9), треба вирахувати часткові похідні за кожним з параметрів a та b і прирівняти їх до нуля.

Якщо ми позначимо $\sum \varepsilon_i^2$ через S , тоді:

$$S = \sum (y_i - \bar{y}_x)^2 = \sum (y - a - b * x)^2 \quad (10)$$

$$\frac{dS}{da} = -2 \sum y + 2na + 2b \sum x = 0 \quad (11)$$

$$\frac{dS}{db} = -2 \sum yx + 2a \sum x + 2b \sum x^2 = 0 \quad (12)$$

Перетворюючи формулу (11), отримуємо таку систему нормальних рівнянь для оцінки параметрів a і b :

$$\begin{cases} n * a + b \sum x = \sum y \\ a \sum x + b \sum x^2 = \sum y * x \end{cases} \quad (13)$$

Розв'язуючи систему нормальних рівнянь (13) або методом послідовного виключення змінних, або методом визначників, знайдемо шукані оцінки параметрів a і b . Можна скористатися такими формулами для a і b :

$$a = \bar{y} - b * \bar{x} \quad (14)$$

Формула (14) отримана з першого рівняння системи (13), якщо всі його члени розділити на n :

$$b = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sigma_x^2} = \frac{\overline{yx} - \bar{y} * \bar{x}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad (15)$$

Формула (5) отримується також при розв'язанні системи (15) методом визначників, якщо всі елементи розрахунку поділити на n^2

Параметр b називається коефіцієнтом регресії. Його величина показує середню зміну результату із зміною фактору на одиницю.

Таблиця 1 - Відповідність розрахунків значенню кореляції

Інтервал значень коефіцієнта кореляції	Інтерпретація
0-0,2	Дуже слабка кореляція
0,2-0,5	Слабка кореляція
0,5-0,7	Середня кореляція
0,7-0,9	Висока кореляція
0,9-1	Дуже висока кореляція

2. Практичне завдання

Відповідно до зазначеного варіанту побудувати графіки кореляційних залежностей, знайти значення коефіцієнта кореляції та зробити висновки на основі отриманих розрахунків.

Варіант № 1

Безлюдівка, роки	температура середньо річна	модуль стока млн. м3
1969	6,08	500
1970	7,51	590
1971	7,81	510
1972	7,88	340
1973	7,3	500
1974	7,7	510
1975	9	390
1976	5,4	470
1977	7,07	630
1978	6,4	710
1979	7,65	790
1980	6,13	840
1981	8,91	1190
1982	7,28	751
1983	8,72	618
1984	7,3	569

1985	6,05	647
1986	7,12	590
1987	5	653
1988	7,05	670
1989	9,21	585
1990	8,61	574
1991	7,9	574
1992	7,8	528
1993	6,45	631
1994	7,61	599
1995	8,45	546
1996	6,89	642
1997	6,76	602
1998	7,9	583
1999	9,35	498
2000	8,45	534
2001	8,46	552
2002	8,82	501
2003	7,2	643
2004	8,45	613
2005	8,55	577
2006	8,78	561
2007	9,64	410
2008	9,18	421
2009	9,19	344
2010	9,76	391
2011	8,46	302
2012	9,36	288

Варіант № 2

Безлюдівка, роки	температура середньо річна	середній рівень
1969	6,08	201
1970	7,51	222
1971	7,81	204
1972	7,88	193
1973	7,3	222
1974	7,7	216
1975	9	203
1976	5,4	212
1977	7,07	234
1978	6,4	217
1979	7,65	246
1980	6,13	221
1981	8,91	192
1982	7,28	253

1983	8,72	244
1984	7,3	236
1985	6,05	246
1986	7,12	243
1987	5	242
1988	7,05	251
1989	9,21	244
1990	8,61	247
1991	7,9	234
1992	7,8	229
1993	6,45	241
1994	7,61	239
1995	8,45	238
1996	6,89	245
1997	6,76	247
1998	7,9	230
1999	9,35	225
2000	8,45	218
2001	8,46	220
2002	8,82	213
2003	7,2	215
2004	8,45	216
2005	8,55	215
2006	8,78	209
2007	9,64	193
2008	9,18	190
2009	9,19	192
2010	9,76	184
2011	8,46	180
2012	9,36	178

Варіант № 3

Безлюдівка, роки	температура середньорічна	витрата середньо річна
1969	6,08	15,9
1970	7,51	18,7
1971	7,81	16,2
1972	7,88	10,7
1973	7,3	15,8
1974	7,7	16,2
1975	9	12,3
1976	5,4	14,8
1977	7,07	20,1
1978	6,4	22,4
1979	7,65	25,1
1980	6,13	24,3

1981	8,91	37,6
1982	7,28	23,8
1983	8,72	19,6
1984	7,3	18
1985	6,05	20,5
1986	7,12	18,7
1987	5	20,7
1988	7,05	21,2
1989	9,21	17,9
1990	8,61	18,6
1991	7,9	18,2
1992	7,8	16,7
1993	6,45	20
1994	7,61	19
1995	8,45	17,3
1996	6,89	20,9
1997	6,76	19,1
1998	7,9	18,5
1999	9,35	15,8
2000	8,45	16,9
2001	8,46	17,5
2002	8,82	15,9
2003	7,2	20,4
2004	8,45	19,4
2005	8,55	18,3
2006	8,78	17,8
2007	9,64	13
2008	9,18	13,3
2009	9,19	10,9
2010	9,76	12,4
2011	8,46	9,59
2012	9,36	9,12

Варіант № 4

Безлюдівка, роки	температура середньо річна	Річні опад, мм
1969	6,08	523
1970	7,51	645
1971	7,81	520
1972	7,88	525
1973	7,3	688
1974	7,7	458
1975	9	400
1976	5,4	620
1977	7,07	720
1978	6,4	745

1979	7,65	615
1980	6,13	579
1981	8,91	658
1982	7,28	515
1983	8,72	432
1984	7,3	430
1985	6,05	557
1986	7,12	516
1987	5	513
1988	7,05	692
1989	9,21	612
1990	8,61	550
1991	7,9	475
1992	7,8	562
1993	6,45	540
1994	7,61	421
1995	8,45	422
1996	6,89	563
1997	6,76	692
1998	7,9	484
1999	9,35	488
2000	8,45	513
2001	8,46	640
2002	8,82	515
2003	7,2	630
2004	8,45	695
2005	8,55	632
2006	8,78	448,5
2007	9,64	536,5
2008	9,18	440,2
2009	9,19	551,9
2010	9,76	594
2011	8,46	494
2012	9,36	491,4

Варіант № 5

Пересечне, роки	температура середньо річна	модуль стоку, млн.м3
1969	6,08	80
1970	7,51	110
1971	7,81	90
1972	7,88	40
1973	7,3	80
1974	7,7	100
1975	9	34
1976	5,4	510

1977	7,07	130
1978	6,4	130
1979	7,65	150
1980	6,13	170
1981	8,91	200
1982	7,28	125
1983	8,72	101
1984	7,3	122
1985	6,05	144
1986	7,12	99,4
1987	5	108
1988	7,05	121
1989	9,21	69,4
1990	8,61	21
1991	7,9	64,7
1992	7,8	39,2
1993	6,45	57,1
1994	7,61	61,5
1995	8,45	69,1
1996	6,89	90,1
1997	6,76	74,7
1998	7,9	62,5
1999	9,35	64,7
2000	8,45	59,4
2001	8,46	58,3
2002	8,82	59,3
2003	7,2	85,2
2004	8,45	87
2005	8,55	80,4
2006	8,78	82
2007	9,64	47
2008	9,18	54,7
2009	9,19	41,6
2010	9,76	70,3
2011	8,46	42,9
2012	9,36	38,9

Варіант № 6

Пересечне, роки	температура середньо річна	середній рівень
1969	6,08	151
1970	7,51	176
1971	7,81	135
1972	7,88	119
1973	7,3	163
1974	7,7	165

1975	9	113
1976	5,4	138
1977	7,07	178
1978	6,4	200
1979	7,65	197
1980	6,13	203
1981	8,91	205
1982	7,28	204
1983	8,72	182
1984	7,3	169
1985	6,05	177
1986	7,12	181
1987	5	187
1988	7,05	168
1989	9,21	182
1990	8,61	184
1991	7,9	164
1992	7,8	151
1993	6,45	162
1994	7,61	155
1995	8,45	166
1996	6,89	178
1997	6,76	182
1998	7,9	162
1999	9,35	159
2000	8,45	167
2001	8,46	159
2002	8,82	151
2003	7,2	162
2004	8,45	183
2005	8,55	179
2006	8,78	175
2007	9,64	156
2008	9,18	151
2009	9,19	185
2010	9,76	162
2011	8,46	145
2012	9,36	144

Варіант № 7

Пересечне, роки	температура середньо річна	витрата середньо річна
1969	6,08	2,42
1970	7,51	3,51
1971	7,81	2,89
1972	7,88	1,17

1973	7,3	2,5
1974	7,7	3,29
1975	9	1,07
1976	5,4	1,63
1977	7,07	4,2
1978	6,4	4,27
1979	7,65	4,78
1980	6,13	4,18
1981	8,91	6,34
1982	7,28	3,97
1983	8,72	3,2
1984	7,3	4,03
1985	6,05	4,55
1986	7,12	3,15
1987	5	3,41
1988	7,05	3,84
1989	9,21	2,2
1990	8,61	2,25
1991	7,9	2,05
1992	7,8	1,24
1993	6,45	1,81
1994	7,61	1,95
1995	8,45	2,19
1996	6,89	2,85
1997	6,76	2,37
1998	7,9	2,14
1999	9,35	2,05
2000	8,45	1,88
2001	8,46	1,85
2002	8,82	1,88
2003	7,2	2,7
2004	8,45	2,75
2005	8,55	2,55
2006	8,78	2,6
2007	9,64	1,49
2008	9,18	1,73
2009	9,19	1,32
2010	9,76	2,23
2011	8,46	1,36
2012	9,36	1,23

Варіант № 8

Пересечне, роки	температура середньо річна	Річні опад, мм
1969	6,08	640
1970	7,51	645

1971	7,81	520
1972	7,88	525
1973	7,3	688
1974	7,7	458
1975	9	400
1976	5,4	620
1977	7,07	720
1978	6,4	745
1979	7,65	615
1980	6,13	579
1981	8,91	658
1982	7,28	515
1983	8,72	432
1984	7,3	430
1985	6,05	557
1986	7,12	516
1987	5	513
1988	7,05	692
1989	9,21	612
1990	8,61	550
1991	7,9	475
1992	7,8	562
1993	6,45	540
1994	7,61	421
1995	8,45	422
1996	6,89	563
1997	6,76	692
1998	7,9	484
1999	9,35	488
2000	8,45	513
2001	8,46	640
2002	8,82	515
2003	7,2	630
2004	8,45	695
2005	8,55	632
2006	8,78	448,5
2007	9,64	536,5
2008	9,18	440,2
2009	9,19	551,9
2010	9,76	594
2011	8,46	494
2012	9,36	491,4

Варіант № 9

Пересечне, роки	температура середньо річна	мінімальна витрата в літню межень
1981	8,91	0,49
1982	7,28	1,03
1983	8,72	0,66
1984	7,3	1
1985	6,05	1
1986	7,12	0,17
1987	5	0,9
1988	7,05	1,02
1989	9,21	0,6
1990	8,61	0,37
1991	7,9	0,31
1992	7,8	0,078
1993	6,45	0,26
1994	7,61	0,058
1995	8,45	0,668
1996	6,89	0,14
1997	6,76	0,41
1998	7,9	0,18
1999	9,35	0,36
2000	8,45	0,32
2001	8,46	0,51
2002	8,82	0,18
2003	7,2	0,82
2004	8,45	1,5
2005	8,55	0,35
2006	8,78	0,35
2007	9,64	0,12
2008	9,18	0,1
2009	9,19	0,13
2010	9,76	0,12
2011	8,46	0,13
2012	9,36	0,086

Варіант № 10

Безлюдівка, роки	Річні опаді, мм	модуль стока млн. м3
1969	523	500
1970	645	590
1971	520	510

1972	525	340
1973	688	500
1974	458	510
1975	400	390
1976	620	470
1977	720	630
1978	745	710
1979	615	790
1980	579	840
1981	658	1190
1982	515	751
1983	432	618
1984	430	569
1985	557	647
1986	516	590
1987	513	653
1988	692	670
1989	612	585
1990	550	574
1991	475	574
1992	562	528
1993	540	631
1994	421	599
1995	422	546
1996	563	642
1997	692	602
1998	484	583
1999	488	498
2000	513	534
2001	640	552
2002	515	501
2003	630	643
2004	695	613
2005	632	577
2006	448,5	561
2007	536,5	410
2008	440,2	421
2009	551,9	344
2010	594	391
2011	494	302
2012	491,4	288

Варіант № 11

Пересечне, роки	модуль стоку, млн.м3	Річні опади, мм
1969	80	640
1970	110	645

1971	90	520
1972	40	525
1973	80	688
1974	100	458
1975	34	400
1976	510	620
1977	130	720
1978	130	745
1979	150	615
1980	170	579
1981	200	658
1982	125	515
1983	101	432
1984	122	430
1985	144	557
1986	99,4	516
1987	108	513
1988	121	692
1989	69,4	612
1990	21	550
1991	64,7	475
1992	39,2	562
1993	57,1	540
1994	61,5	421
1995	69,1	422
1996	90,1	563
1997	74,7	692
1998	62,5	484
1999	64,7	488
2000	59,4	513
2001	58,3	640
2002	59,3	515
2003	85,2	630
2004	87	695
2005	80,4	632
2006	82	448,5
2007	47	536,5
2008	54,7	440,2
2009	41,6	551,9
2010	70,3	594
2011	42,9	494
2012	38,9	491,4

Завдання на самопідготовку:

1. Підготувати самостійно тему та представити реферати «Методи визначення функції регресії.» .

Підготував доцент кафедри ОПтаТЕБ

О.В. Рибалова

**МАТЕРІАЛИ ДО ПИСЬМОВОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Прогнозування стану довкілля»
МОДУЛЯ 8 „ Статистичні методи моделювання і прогнозування стану довкілля ”**

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Перевірити знання слухачів, отримані під час лекцій, практичних занять, семінарів та самостійної роботи.
2. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: тестові завдання.

Література:

1. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
2. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч. посібник. – К.: Видав. дім. „КМ Академія”, 2002. – 203 с.
3. Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна статистика. – К.: ЦУЛ, 2008. – 392 с.
5. Гладкий А.В., Скопечкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: Видав. „Політехніка”, ТОВ „Фірма „Періодика””, 2005. – 152 с.
6. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
7. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.

Загальна кількість балів складає – 100 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

- Відповідь від 90 – 100 балів – 5 A (відмінно);**
Відповідь від 82 – 89 балів – 4 B (дуже добре);
Відповідь від 74 – 81 балів – 4 C (добре);
Відповідь від 64 – 73 балів – 3 D (задовільно);
Відповідь від 60 – 63 балів – 3 E (достатньо);
Відповідь від 35 – 59 балів – 2 FX (не зараховано);
Відповідь від 0 – 34 балів – 2 F (не зараховано).

Тест модульного контролю

Частина 1 (40 балів)

Вірна відповідь – 2 бали

Умови виконання завдання: *дайте або доповніть відповідь.*

1. Математична статистика - це _____.
2. Закономірності в еколого-географічних дослідженнях виражаються у вигляді _____.
3. Статистичне спостереження – це _____.
4. Мета спостереження – це _____.
5. Шкала – це _____.
6. Контроль даних спостереження – це _____.
7. Використовуються такі організаційні форми спостереження: _____.

8. Статистичні реєстри – це _____.
9. Статистичне спостереження здійснюється трьома способами: _____.
10. Середня величина – це _____. Умовами застосування середніх величин є: _____.
11. Концепція екосистеми повинна враховувати _____.
12. Повна блокова модель трофічної структури співтовариства являє собою _____.
13. Принцип ієрархічності є наслідком _____.
14. Системою називають _____.
15. Атрибутами системи називають _____.
16. Системні змінні — це _____.
17. Системний аналіз — це _____.
18. Теорію множин і відображень використовують для _____.
19. Апарат диференціальних рівнянь використовується для _____.
20. Система нестійка якщо _____.

Частина 2 (10 балів) Вірна відповідь – 2 бали

1. Які існують вимоги до статистичних даних?
 - А) повнота; своєчасність; порівнянність за часом або у просторі; доступність.
 - Б) . вірогідність; повнота; своєчасність; порівнянність за часом або у просторі; доступність.
 - В) вірогідність; повнота; порівнянність за часом або у просторі; доступність.
2. Підготовка спостереження починається із
 - А) вимірювання об'єкту спостереження.
 - Б) лабораторних досліджень.
 - В) . складання плану спостереження.
3. Статистичний інструментарій – це
 - А) набір статистичних формулярів, інструкцій та роз'яснень щодо проведення спостереження.
 - Б) набір інструментів та методик проведення спостереження.
 - В) інструменти, інструкції, методики, лабораторне обладнання.,
4. За часом реєстрації даних спостереження поділяються на
 - А) помісячне, щоквартальне, щорічне.
 - Б) щоденне, щомісячне, щоквартальне, щорічне.
 - В) поточне, періодичне та одноразове
5. Система стійка, якщо нескінченно малі зміни зовнішніх параметрів викликають нескінченно малі зміни розмірів системи:
 - А) нескінченно малі зміни зовнішніх параметрів викликають нескінченно малі зміни розмірів системи
 - Б). навіть великі зміни зовнішніх параметрів не викликають зміни розмірів системи
 - В) всі компоненти системи знаходяться в гомеостазі при різних впливах зовнішніх параметрів.

Частина 3 (50 балів)**Вірна розгорнута відповідь – 5 балів**

1. Яка мета збору еколого-географічних даних?
 2. З чого складається програма спостереження?
 3. Дайте пояснення терміну «статистичні зведення».
-
4. Які існують методи визначення функції регресії.
 5. В чому полягають основні принципи застосування блокових моделей?
-
6. Розкрийте суть методу аналізу експериментальних компонентів.
-
7. Які параметри необхідно визначити при побудові моделі екосистеми?
 8. Принцип ієрархічності структури екосистеми:
 9. Чим відрізняються статичні моделі від динамічних моделей?
 10. Назвіть етапи математичного моделювання.
-

Практичне заняття № 14

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 9. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Розділ 13: «Моделювання і прогнозування стану водних екосистем»

Тема: „Прогнозування стану поверхневих вод методом Хольта - Уінтерса ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із методикою встановлення гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
2. Довести до студентів інформацію про моделювання гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

Прогностичні моделі якості поверхневих вод методами Хольта і Хольта-Уінтерса

Адаптивні методи прогнозування тимчасових рядів представляють із себе методи, ціль яким укладається в побудові самонастроювальних економіко-математичних моделей, які здатні відображати умови, що змінюються в часі, урахувати інформаційну цінність різних членів тимчасової послідовності й давати досить точні оцінки майбутніх членів даного ряду. Такі моделі призначаються насамперед для короткострокового прогнозування.

Послідовність процесу адаптації в основному виглядає в такий спосіб. Нехай модель перебуває в деякому вихідному стані (тобто визначені поточні значення її параметрів) і по ній робиться прогноз. Вичікуємо, поки мине одна одиниця часу (крок моделювання), і аналізуємо, наскільки далекий результат, отриманий по моделі, від фактичного значення ряду. Помилка прогнозування через зворотний зв'язок надходить на вхід системи й використовується моделлю відповідно до її логіки для переходу з одного стану в інше з метою більшого узгодження свого поводження з динамікою ряду. На зміни ряду модель повинна відповідати змінами, що компенсують. Потім робиться прогноз на наступний момент часу, і весь процес повторюється.

Нехай заданий ряд значень: $y_1, \dots, y_t, y_i \in R$.

Необхідно вирішити завдання прогнозування тимчасового ряду. Щоб урахувати вплив лінійного тренду, використовують модель Хольта (Holt) [14]:

$$\hat{y}_{t+d} = a_t + db_t, \quad (1)$$

де a_t - прогноз, очищений від тренда,

b_t - параметр лінійного тренду.

$$a_t = \alpha_1 y_t + (1 - \alpha_1)(a_{t-1} - b_{t-1}), \quad (2)$$

$$b_t = \alpha_2(a_t - a_{t-1}) + (1 - \alpha_2)b_{t-1}, \quad (3)$$

Важливою проблемою є вибір коефіцієнтів $\alpha_1, \alpha_2 \in (0,1)$, які визначають чутливість моделі. Чутлива модель швидко реагує на реальні зміни, а нечутлива не реагує на шум і випадкові відхилення.

Експонентне згладжування було вперше запропоноване в 1957 році Хольтом (С.С.Holt) і призначалося для неперіодичних (відсутня сезонність) рядів динаміки, що не показує наявності якої-небудь тенденції. В 1958 році він же запропонував модифікацію цього методу, що враховує тенденції - подвійне експонентне згладжування. А Уінтерс (Winters) в 1965 році узагальнив цей метод з урахуванням сезонності коливань. Тому потрійне експонентне згладжування називають ще методом Хольта-Уінтерса (Holt-Winters method).

Методом Хольта-Уінтерса вирішується завдання прогнозування тимчасового ряду з урахуванням сезонності.

$$\begin{aligned}\hat{y}_{t+d} &= a_t (r_t)^d \otimes_{t+(d \bmod s)-s}, \\ a_t &= \alpha_1 \cdot \frac{y_t}{\otimes_{t-s}} + (1-\alpha_1) a_{t-1} r_{t-1}, \\ r_t &= \alpha_3 \cdot \frac{a_t}{a_{t-1}} + (1-\alpha_3) r_{t-1}, \\ \otimes_t &= \alpha_2 \cdot \frac{y_t}{a_t} + (1-\alpha_2) \otimes_{t-s},\end{aligned}\tag{4}$$

де s — період сезонності,

$\otimes_i, i \in 0, \dots, s-1$ — профіль сезонності,

r_t — параметр тренда,

a_t — параметр прогнозу, очищений від впливу тренда й сезонності.

Оптимальні параметри $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \in (0,1)$ пропонується знаходити експериментальним шляхом.

Цей метод, названий іменами його авторів, є витонченим удосконаленням методу експонентного згладжування тимчасового ряду. Метод Хольта-Уінтерса успішно справляється й із середньостроковими, і з довгостроковими прогнозами, оскільки він здатний виявляти мікротренди (тренди, що ставляться до коротких періодів) у моменти часу, безпосередньо попередні прогнозом, і екстраполювати ці тренди на майбутнє. І хоча можливо тільки лінійну екстраполяцію в майбутнє, у більшості реальних ситуацій її виявляється досить.

При розрахунку прогнозу в методі Хольта-Уінтерса передбачається, що згладжене значення в останній крапці є опорним, а певний для неї мікротренд збереже своє значення й у майбутньому; функція прогнозу виявляється лінійною.

Аналіз методів математичного моделювання показав, що саме методами Хольта і Хольта – Уінтерса виконується адекватний прогноз якості поверхневих вод з метою встановлення цільових показників.

Завдання

1. Зробить прогноз методом Хольта – Уінтерса стану поверхневих вод відповідно до даних наведених в додатку.
2. Порівняйте отримані дані з екологічною класифікацією та нормативами рибогосподарського та господарсько – побутового водокористування
3. Зробить висновки про можливості досягнення нормативів.

	вар№1	вар№2	вар№3	вар№4	вар№5	вар№6	вар№7	вар№8	вар№9	вар№10
Роки	Мідь	БСК-5	Розчин О2	Нафтопродукти	Залізо заг	Марганець	Сульфати	Цинк2+	Азот аммон	Аммоній сол
1977	0,020000	3,075000	11,91500	0,455000	0,077500		160,2500	0,023000	0,262442	0,337500
1978	0,008500	4,600000	10,88000	0,240000	0,040000		99,0500	0,008000	0,081649	0,105000
1979	0,000600	2,180000	6,92500	0,424000	0,180000		137,1833	0,002000	0,180145	0,231667
1980	0,001600	3,907500	8,59000	0,334000	0,065714		144,8875	0,008000	0,165000	0,212190
1981	0,001000	3,750000	9,39250	0,400000	0,343333		152,5917	0,010000	0,272500	0,350435
1982	0,022400	3,585000	9,02000	0,480000	0,168889		160,2958	0,000000	0,185000	0,237910
1983	0,005000	2,807500	8,95500	0,350000	0,131111	0,150000	168,0000	0,000700	0,190000	0,244340
1984	0,006800	3,174000	9,47750	0,100000	0,165000	0,185000	107,5200	0,005500	0,176000	0,226336
1985	0,002000	3,962500	8,45500	0,000000	0,170000	0,155000	115,0500	0,008000	0,220000	0,282920
1986	0,075000	2,500000	10,70000	0,100000	0,560000	0,145000	76,8000	0,000300	0,210000	0,270060
1987	0,009000	2,193300	6,45000	0,100000	0,344286	0,170000	86,4000	0,006000	0,526700	0,677336
1988	0,002000	3,284000	7,46500	0,200000	0,243333	0,255000	100,0800	0,005000	0,436000	0,560696
1989	0,005000	3,174286	9,53143	0,291667	0,156000	0,243750	71,6143	0,018000	0,186625	0,240000
1990	0,016000	3,232857	10,92000	0,228571	0,114286	0,232500	44,3571	0,026000	0,164593	0,211667
1991	0,002600	3,455714	11,91000	0,335714	0,062857	0,221250	52,6429	0,009600	0,144412	0,185714
1992	0,000700	4,297500	9,93750	0,150000	0,094286	0,210000	127,3000	0,012000	0,241058	0,310000
1993	0,001000	3,774000	10,02600	0,112500	0,082500	0,152600	86,3000	0,012650	0,256610	0,330000
1994	0,001800	3,362000	7,54000	0,075000	0,070714	0,210000	45,1500	0,013300	0,239502	0,308000
1995	0,001400	4,163800	9,11880	0,037500	0,058929	0,135000	42,5500	0,008100	0,167185	0,215000
1996	0,002300	1,742500	8,06380	0,000000	0,047143	0,078800	64,7000	0,012100	0,199300	0,256300
1997	0,007800	2,893800	8,98250	0,100000	0,035357	0,101300	52,3170	0,011000	0,212286	0,273000
1998	0,000700	2,152000	8,81600	0,200000	0,023571	0,076000	54,7400	0,006500	0,166407	0,214000
1999	0,000500	2,631200	9,26500	0,300000	0,011786	0,026900	93,6790	0,017700	0,289658	0,372500
2000	0,000300	2,076000	8,62400	0,400000	0,000000	0,102000	126,8200	0,015800	0,116000	0,148000
2001	0,006800	2,012500	9,05750	0,016700	0,009500	0,005000	111,7000	0,006800	0,095000	0,120000
2002	0,001700	2,692500	9,20000	0,000000	0,019000	0,267500	121,7800	0,017000	0,136800	0,174500
2003	0,002000	2,910000	8,22000	0,050000	0,021000	0,117500	105,3000	0,006000	0,225000	0,290500
2004	0,001900	2,295000	8,94500	0,112500	0,008300	0,080000	102,9700	0,001000	0,075000	0,100000
2005	0,001800	1,833300	7,87000	0,137500	0,016500	0,080000	103,3900	0,007000	0,180000	0,333500
2006	0,001700	3,473500	8,46350	0,075000	0,015500	0,043500	95,3050	0,007300	0,330000	0,385000
2007	0,003300	1,970000	9,34500	0,063500	0,016300	0,080000	106,6400	0,011800	0,100000	0,130000
2008	0,003000	3,350000	7,78500	0,150000	0,013300	0,103500	119,3100	0,007800	0,317500	0,380000
2009	0,002000	2,088333	8,94167	0,044500	0,081667	0,012000	114,4333	0,016667	0,090000	0,069984
2010	0,004500	3,195000	6,99000	0,070000	0,016500	0,110000	111,0600	0,008500	0,190000	0,345000
2011	0,003300	2,957500	3,04500	0,137500	0,015300	0,097500	130,9500	0,010500	0,225000	0,290000
2012	0,004500	2,700000	7,06750	0,112500	0,016300	0,140000	127,2400	0,007800	0,242500	0,317500
2013	0,004000	2,612500	7,71750	0,075000	0,013000	0,145000	121,5300	0,009500	0,230000	0,360000
2014	0,003800	2,572500	7,71750	0,112500	0,013300	0,140000	113,4300	0,010000	0,302500	0,332500

	вар№11	вар№12	вар№13	вар№14	вар№15	вар№16	вар№17	вар№18
Роки	Магній	Нитрити	Хром ³⁺	Хлориди	Нитрати	СПАР	Фосфати	Сух залишок
1977	25,05000	0,081329		45,37500	0,442900	0,160000	0,099000	741,0000
1978	36,70000	0,312170		46,32500	0,653278	0,093333	0,267000	623,0000
1979	32,93333	0,135274		62,00000	1,771600	0,024000	0,146167	863,0000
1980	32,06667	0,067500		39,80000	0,300000	0,130000	0,113429	580,0000
1981	31,20000	0,057300	80,0000	35,50000	0,375000	0,045000	0,083778	424,0000
1982	27,10000	0,070000	86,0000	46,70000	0,350000	0,030000	0,143500	693,0000
1983	23,00000	0,080000	92,0000	71,00000	0,300000	0,015556	0,137143	495,0000
1984	26,62000	0,092000	82,8000	88,02000	0,320000	0,030000	0,113429	467,6000
1985	19,80000	0,102500	98,5000	95,82500	0,450000	0,022500	0,104714	477,5000
1986	16,40000	0,060000	108,0000	78,10000	0,300000	0,028333	0,150714	514,5000
1987	20,70000	0,039300	108,6700	76,30000	0,300000	0,043333	0,224286	530,0000
1988	24,36000	0,066000	108,4000	90,14000	0,320000	0,075000	0,217286	535,2000
1989	17,08571	0,049290	121,6250	45,54286	3,707000	0,022000	0,186143	550,0000
1990	18,54286	0,069006	134,8500	47,12857	3,126000	0,010000	0,378286	457,2857
1991	20,91429	0,058491	148,0750	45,08571	0,291000	0,002857	0,732643	472,0000
1992	28,57500	0,025800	161,3000	46,97300	1,033300	0,011429	1,087000	513,5000
1993	24,84000	0,023000	157,0600	46,80000	1,440000	0,013000	0,779600	479,1000
1994	13,77400	0,075200	92,0000	39,28600	0,133600	0,026000	0,445600	457,0000
1995	18,16500	0,066800	97,5590	33,36900	2,479100	0,027500	0,529800	480,5000
1996	14,57600	0,060600	104,4500	44,14300	7,091400	0,010000	0,480000	516,7500
1997	17,90000	0,063400	103,6300	38,75000	4,533300	0,020000	0,640000	509,7500
1998	16,53600	0,043400	92,5800	34,30000	6,148000	0,004000	0,612500	556,4000
1999	18,40000	0,048800	97,9500	37,84500	6,906300	0,000000	0,755000	532,1300
2000	24,30000	0,039800	94,5600	39,92000	6,222000	0,022300	0,885000	492,2000
2001	22,22500	0,050000	92,7000	41,57200	5,380000	0,023300	0,702500	503,5000
2002	17,62500	0,049000	105,2000	52,32500	6,545000	0,018300	0,762500	539,1300
2003	18,25000	0,055800	95,7000	40,94500	8,497500	0,021500	0,677500	438,2500
2004	21,97500	0,040300	106,8000	46,32500	7,042500	0,015300	0,633500	518,0000
2005	16,97000	0,034800	103,3300	43,13300	5,970000	0,033300	0,657500	514,3500
2006	19,04700	0,037300	93,4350	40,60500	4,573500	0,010800	0,797500	466,5000
2007	18,93500	0,053300	114,4300	51,91300	6,730000	0,007300	0,592500	557,7500
2008	17,77500	0,063300	111,3000	53,63300	5,630000	0,036500	1,030000	549,1300
2009	28,75000	0,230000	107,3050	64,83333	4,429000	0,011333	0,732500	636,2500
2010	14,56000	0,073500	103,3100	51,35500	6,555000	0,030000	1,110000	543,7500
2011	16,77000	0,062300	107,9000	52,95300	6,252500	0,021500	1,000000	562,5000
2012	25,34300	0,050300	92,4930	43,30500	4,300000	0,013300	0,922500	551,0000
2013	25,27300	0,040000	39,2430	49,04000	3,637500	0,019000		570,8800
2014	26,47300	0,040000	33,3730	43,50000	3,395000	0,013300		553,7500

Практичне заняття № 15

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 9. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Розділ 13: «Моделювання і прогнозування стану водних екосистем»

Тема: „ Розрахунок умов скидання промисловим підприємством стічних вод ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із методикою встановлення гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами.
2. Довести до студентів інформацію про моделювання гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

Речовини, що утворюються в стічних водах, можуть мати поряд з індивідуальною шкідливою дією також і сумарну. Тому, при розрахунку умов скидання стічних вод у водойми необхідно враховувати можливість сукупної дії шкідливих речовин. При забрудненні води комплексом речовин з однаковими показниками концентрація кожної з речовин цього комплексу повинна бути знижена в стільки разів, щоб сума відношення концентрації кожної речовини до його ГДК не перевищувала одиниці в розрахунковому пункті водоймища:

$$\sum_{i=1}^m \frac{\tilde{N}_i}{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_i} = \frac{\tilde{N}_1}{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_1} + \frac{\tilde{N}_2}{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_2} + \dots + \frac{\tilde{N}_m}{\tilde{A}\tilde{A}\tilde{E}_m} \leq 1$$

Якщо сума відносних концентрацій усіх речовин до ГДК перевищує одиницю, необхідне впровадження додаткових методів очищення стічних вод.

З огляду на наведену інформацію спочатку визначають коефіцієнт турбулентної дифузії:

$$D = V \cdot H / 200$$

де V - середня швидкість води, м/с; H - глибина водоймища, м.

Далі розраховують коефіцієнт звивистості ріки:

$$\varphi = L/l$$

де L - відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту, км, l - відстань до цього пункту по прямій, км.

Визначивши коефіцієнт звивистості ріки, знаходять коефіцієнт α , що враховує умови змішування стічних вод з водами водойми:

$$\alpha = \gamma \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{\tilde{A}}{q}}$$

де γ - коефіцієнт, що залежить від місця випуску стічних вод при випуску біля берега $\gamma=1$, q - витрати річних вод, що спускаються, м³/с. Знаючи коефіцієнт α , розраховують величину β :

$$\beta = \frac{1}{2,72} \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{L}$$

Після цього знаходять коефіцієнт А для проточних водойм за допомогою формули Фролова – Родзиллера:

$$A = (1 - \beta)(1 + \frac{Q}{q} \beta)$$

Де Q - витрати води у водоймищі, м³/с.

Використовуючи коефіцієнт А, визначають коефіцієнт, що характеризує кратність і стічних вод:

$$N = A * \frac{Q}{q}$$

Отримавши цей коефіцієнт і знаючи концентрацію шкідливих речовин у водах, знаходять концентрації цих сполук у розрахунковому пункті водойми. Далі порівнюють отримані концентрації речовин з їх ГДК. Якщо речовини мають індивідуальну шкідливу дію, то концентрації речовин у розрахунковому пункті водойми не повинні перевищувати їх ГДК. Якщо ж шкідливі речовини мають сумарну дію, то слід провести розрахунки.

Приклад розрахунку

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту L – 65 км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій l – 45 км;
- глибина водоймища Н – 5,5 м;
- середня швидкість води у водоймищі V – 0,5 м/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом q – $300 \text{ м}^3/\text{с}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; нафтеніві кислоти – 0; фенол – 0; толуол – 0,01;

- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтоєвих кислот – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Розв'язання

Перевіряємо сумарну дію забруднюючих водний об'єкт речовин у місці скиду стічних вод (точка А):

$$\sum_{i=1}^m \frac{\tilde{N}_i}{\tilde{A}\tilde{E}_i} = \frac{\tilde{N}_1}{\tilde{A}\tilde{E}_1} + \frac{\tilde{N}_2}{\tilde{A}\tilde{E}_2} + \dots + \frac{\tilde{N}_m}{\tilde{A}\tilde{E}_m} \leq 1$$

$$0,5/0,5 + 0,01/0,8 = 1,0125$$

Оскільки сума відносин концентрації усіх речовин до ГДК перевищує одиницю, тоді неможливо використовувати воду з водогосподарською метою й необхідно впровадити додаткові методи очищення стічних вод.

Далі визначаємо коефіцієнт турбулентної дифузії:

$$D = V \cdot H / 200 = (0,5 \cdot 5,5) / 200 = 0,01375$$

Розраховуємо коефіцієнт звивистості ріки:

$$\varphi = L/l = 65/45 = 1,44$$

Знаходимо коефіцієнт α , що враховує умови змішування стічних вод з водами водоймища:

$$\alpha = \gamma \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{\tilde{A}}{q}} = 1 \cdot 1,44 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,0134}{300}} = 0,051$$

Знаючи коефіцієнт α , розраховуємо величину β :

$$\beta = \frac{1}{2,72} * \alpha * \sqrt[3]{L} = 0,075$$

Після цього знаходимо коефіцієнт А:

$$A = (1 - \beta)(1 + \frac{Q}{q} \beta) = (1 - 0,075)(1 + \frac{125}{300} * 0,075) = 0,954$$

Визначаємо коефіцієнт, що характеризує кратність розведення стічних вод:

$$N = A * \frac{Q}{q} + 1 = 0,954 * 0,416 + 1 = 1,398$$

Визначаємо концентрацію токсикантів у точці В:

$$C_{\text{бензолу}} = 0,5 / 1,398 = 0,36$$

$$C_{\text{толуолу}} = 0,01 / 1,398 = 0,007$$

Перевіряємо сумарну дію:

$$0,36 / 0,5 + 0,007 / 0,8 = 0,299, \text{ що менше } 1$$

Висновок до завдання

Розрахунки показали, що на відстані 65 км вода не містить токсичні сполуки в надмірній концентрації, бо виконується умова сумарної дії забруднюючих речовин

Варіанти практичного завдання

Варіант № 1

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 85 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 29 \text{ км}$;

- глибина водоймища $H = 6$ м;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,5$ м/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 240$ м³/с;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,6; гліцерин – 0,5 фенол – 0,0005; ацетон – 0,07;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 2

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтові кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 120$ м³/с;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 55$ км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 35$ км;
- глибина водоймища $H = 5,7$ м;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 0,5$ м/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 280$ м³/с;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; нафтові кислоти – 0,05 фенол – 0,07; толуол – 0,01;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтових кислот – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 3

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтові кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125$ м³/с;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 65$ км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 35$ км;
- глибина водоймища $H = 5$ м;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 0,5$ м/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 300$ м³/с;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; нафтові кислоти – 0; фенол – 0; толуол – 0,1;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтових кислот – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції

Варіант № 4

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 69 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 40 \text{ км}$;
- глибина водоймища $H = 5,5 \text{ м}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 0,5 \text{ м/с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 310 \text{ м}^3/\text{с}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; нафтеніві кислоти – 0,2; фенол – 0,0005; толуол – 0,01;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтенівих кислот – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції

Варіант № 5

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 180 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 60 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,0 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,49; гліцерин – 0,25; фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,09;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 6

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 240 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 85 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 27 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,5 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,5 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,55; гліцерин – 0,35; фенол – 0,0005; ацетон – 0,07;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 7

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 180 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 60 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,0 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,49; гліцерин – 0,25; фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,09;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 8

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 280 \text{ м}^3/\text{с}$;

- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 62$ км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 55$ км;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2$ м/с;
- глибина водоймища $H = 5,0$ м;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,4; гліцерин – 0,25 фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,09;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 9

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтенові кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 130$ м³/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 150$ м³/с;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 60$ км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 25$ км;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,5$ м/с;
- глибина водоймища $H = 6,0$ м;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,45; анілін – 0,4 фенол – 0,001; ацетон – 0,2;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; аніліну – 0,1; фенолу – 0,001; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 10

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтенові кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125$ м³/с;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 70$ км;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 55$ км;
- глибина водоймища $H = 1,4$ м;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,0$ м/с;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 400$ м³/с;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 1,4; анілін – 0,08; фенол – 0; ацетон – 0,65;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; аніліну – 0,1; фенолу – 0,0; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 11

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 400 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 75 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 49 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 4,2 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,92; анілін – 0,08 фенол – 0,0; ацетон – 0,65;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; аніліну – 0,1; фенолу – 0,001; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 12

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 245 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 60 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 14 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,5 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 6 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; гліцерин – 0,25 фенол – 0,0005; ацетон – 0,7;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 13

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 70 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- глибина водоймища $H = 4,0 \text{ м}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,0 \text{ м/с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 400 \text{ м}^3/\text{с}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 1,23; анілін – 0,08; фенол – 0; ацетон – 0,65;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; аніліну – 0,1; фенолу – 0,0; ацетону – 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 14

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтові кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 65 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- глибина водоймища $H = 5,3 \text{ м}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 0,5 \text{ м/с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 310 \text{ м}^3/\text{с}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,8; нафтові кислоти – 0,0; фенол – 0,0; толуол – 0,01;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтових кислот – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 15

Завдання. Зробити розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, анілін, фенол, ацетон.

Водойма, у яку скидаються стічні води, характеризуються наступними параметрами:

Витрата води у водоймі

- $Q = 120 \text{ м}^3/\text{с}$;
- Відстань по фарватері від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 75 \text{ км}$;
- Відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- Глибина водойми $H = 3,8 \text{ м}$;
- Середня швидкість води у водоймі $V = 1,0 \text{ м/с}$;
- Стічні води скидаються з берега об'ємом $q = 385 \text{ м}^3/\text{с}$;
- Фонові концентрації речовин у водоймі (мг / л): бензол - 1,3; анілін - 0,1; фенол - 0,05; ацетон - 0,065;
- Значення ПДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг / л): бензолу - 0,5; аніліну - 0,1; фенолу - 0,001; ацетону - 2,2.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарного впливу токсикантів. Надати пропозиції

Варіант № 16

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 34 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 75 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 45 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 0,55 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,8 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,5; нафтеніві кислоти – 0,04; фенол – 0,03; толуол – 0,01;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; нафтеніві кислоти – 0,3; фенолу – 0,001; толуолу – 0,8.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 17

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 135 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 50 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 30 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,5 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,9; гліцерин – 0,075; фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,9;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 18

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 180 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 62 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 65 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,0 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 04; гліцерин – 0,25; фенол – 0,0005; диметилфенол – 0,09;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 19

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 280 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 72 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 55 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,4 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,0 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 0,45; гліцерин – 0,45; фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,09;
- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Варіант № 20

Завдання. Провести розрахунок умов скидання хімічним підприємством стічних вод, що містять бензол, фенол, нафтеніві кислоти, толуол. З цих речовин бензол лімітується за санітарно токсикологічною ознакою, а інші за органолептичною ознакою шкідливості. Водойма, в яку скидаються стічні води, характеризуються такими параметрами:

- витрата води у водоймі – $Q = 125 \text{ м}^3/\text{с}$;
- стічні води скидаються з берега обсягом $q = 180 \text{ м}^3/\text{с}$;
- відстань по фарватеру від місця скидання стічних вод до розрахункового пункту $L = 62 \text{ км}$;
- відстань до розрахункового пункту по прямій $l = 25 \text{ км}$;
- середня швидкість води у водоймищі $V = 1,2 \text{ м/с}$;
- глибина водоймища $H = 5,0 \text{ м}$;
- фонові концентрації речовин у водоймі (мг/л): бензол – 04; гліцерин – 0,25; фенол – 0,0001; диметилфенол – 0,09;

- значення ГДК для шкідливих речовин, що скидаються (мг/л): бензолу – 0,5; гліцерину – 0,5; фенолу – 0,001; диметилфенолу – 0,25.

Визначити концентрації забруднюючих речовин у населеному пункті. Розрахувати показник сумарної дії токсикантів. Надати пропозиції.

Підготував доцент кафедри ОПтаТЕБ

О.В. Рибалова

Практичне заняття № 17

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 9. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.**Розділ 13: «Моделювання і прогнозування стану водних екосистем»****Тема: «Визначення гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами»****ІНСТРУКЦІЯ ПО ВИКОРИСТАННЮ**

комп'ютерної програми «Гідросфера»

Програма "Гідросфера" призначена для рішення наступних завдань:

- прогнозування якісного стану водотоку в обраному контрольному створі при заданому антропогенному навантаженні;
- розрахунок гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин, що надходять у водний об'єкт (ВО) зі стічними водами (СВ).

Програма створена лабораторією прогнозування й водоохоронних програм УкрНДІЕП (м. Харків) і є модифікованою версією аналогічної програми, створеної в 1994 р. "Гідросфера".

Операційна система - не нижче "Windows-98", мінімальний об'єм оперативної пам'яті - 128 Мб, мінімальна тактова частота процесора - 500 МГц, мінімальний дозвіл екрана - 1024x768 крапок. Користувач повинен мати знання в області гідрології й гідрохімії, а також водокористування. Спеціальні знання в області обчислювальної техніки не потрібні.

Запуск програми здійснюється файлом **gidro.exe**. Після запуску на екрані з'являється вікно «Завдання» (рис.1), у якому перебуває список останніх розв'язуваних завдань і керуючі кнопки. Вихід із програми здійснюється кнопкою **Вихід**. При цьому програма запитує підтвердження команди.

Завдання містить наступну інформацію:

- найменування ВО із вказівкою місця розташування об'єктів (контрольного й фонового створів і випусків СВ);
- категорія водокористування ВО;
- коефіцієнт звивистості русла;
- коефіцієнт шорсткості ложа русла;
- список показників якості води.

Кожне завдання ідентифікується ім'ям, що привласнюється користувачем, і кодом, що привласнюється програмою. Завдання має один або кілька варіантів, що ідентифікуються також ім'ям і двохзначним кодом. Варіанти містять наступну інформацію:

- витрата води у ВО;
- витрати СВ;
- якість води ВО у фоновому створі;
- природне (природна якість води ВО);
- хімічний склад СВ;
- температура води ВО.

Вся інформація, що ставиться до конкретного завдання, зберігається у файлах dbf-формату й перебуває в одному каталозі. Рекомендується кожне окреме завдання розміщати в окремому каталозі. Однойменні завдання, що втримуються в різних каталогах, сприймаються програмою як різні завдання.

Роботу програми забезпечують 115 файлів, які повинні перебувати в одному каталозі з довільним ім'ям.

Інформація про конкретне завдання втримується в наступних файлах (*aa* – код завдання, *bb* – код варіанта):

- <назва>.gds - назва завдання;
- spis.dbf - список завдань у каталозі;
- vipusk<aa>.dbf - параметри випуску СВ;
- stvor<aa>.dbf - параметри ВО в обох створах;
- ves<aa>.dbf - властивості обраних показників;
- sb_1<aa><bb>.dbf - сполука СВ;

gd_l<aa><bb>.dbf - якість води ВО;
 qv<aa><bb>.dbf - витрати випусків СВ;
 qs<aa><bb>.dbf - гідрологічні характеристики В.

Створення нового завдання.

Створення нового завдання здійснюється натисканням кнопки **Додати**. У результаті на екрані з'являється вікно «Нове завдання» (рис.2), у яке необхідно ввести ім'я нового завдання. Вибір шляху виробляється за допомогою кнопки **Огляд**.

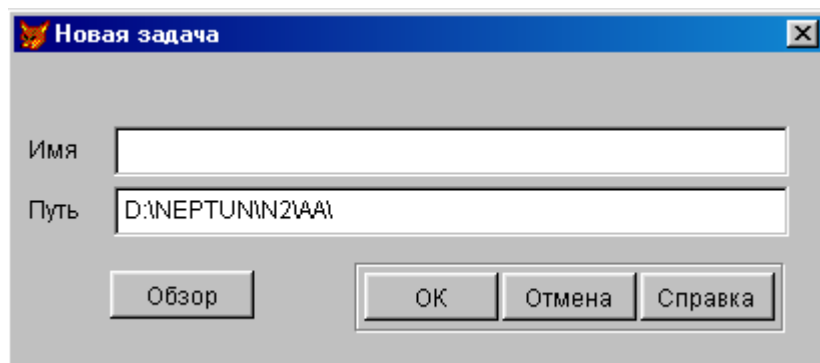


рис.2

Після створення нового завдання на екрані з'являється користувацьке меню. Назва загального вікна програми буде складатися зі шляху й назви нового завдання.

Вибір завдання.

У випадку, якщо завдання, що цікавить, перебуває у відображуваному списку у вікні «Завдання», для її вибору досить курсором «миші» указати відповідний запис і потім натиснути **кнопку** Вибір (або двічі натиснути ліву клавішу «миші»). Якщо виявиться, що дане завдання відсутнє в пам'яті комп'ютера, програма видає відповідне повідомлення.

Пошук завдання в пам'яті комп'ютера здійснюється при натисканні клавіші **Пошук**. У цьому випадку на екрані з'являється вікно «Пошук завдання» (рис.3), у якому необхідне завдання перебуває за назвою файлу з розширенням "gds".

Після вибору завдання на екрані з'являється користувацьке меню. Назва загального вікна програми «Гідросфера» буде складатися зі шляху й назви обраного завдання.

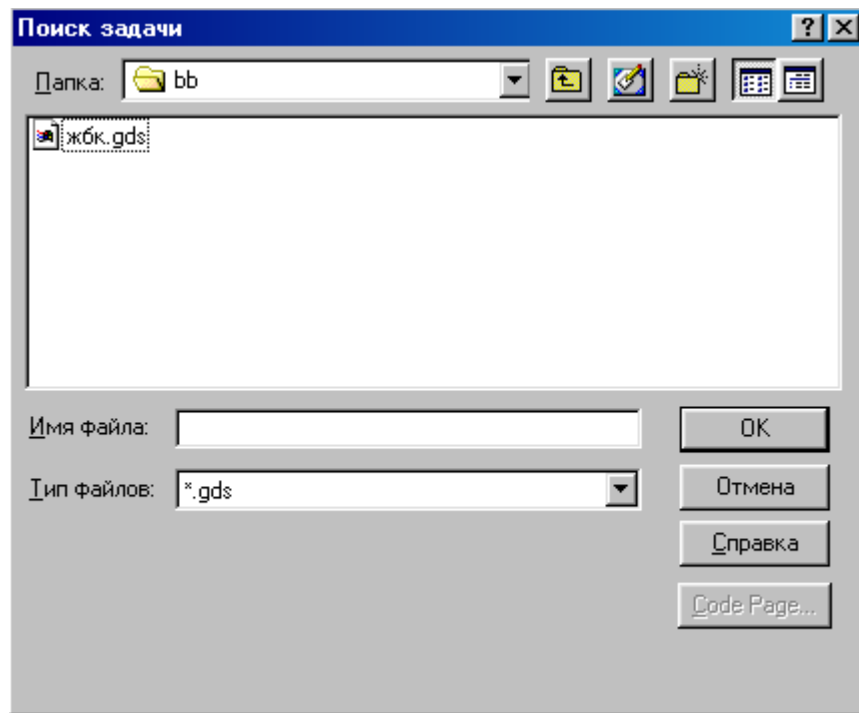


рис.3

3. Копіювання завдання.

Копіювання завдання здійснюється натисканням кнопки **Копіювати**. У цьому випадку з'являється вікно «Копіювання» (рис.4), у якому вказується нове ім'я завдання й шлях (за допомогою кнопки **Огляд**). Після цього відбудеться перехід до програми-копії.

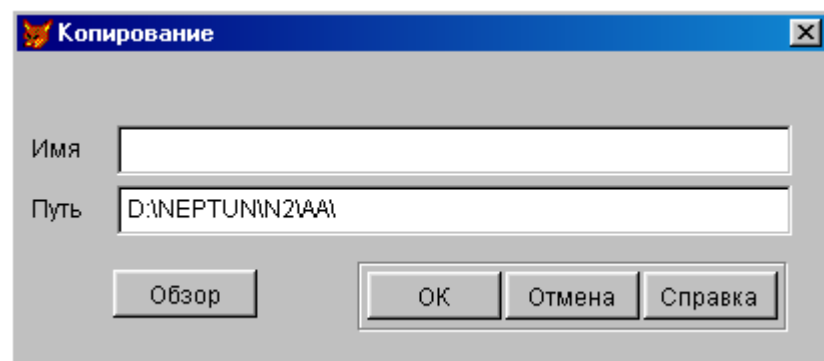


рис.4

4 Перейменування завдання.

Перейменування завдання здійснюється шляхом корекції поля «Назва» у списку завдань у вікні «Завдання». Після закінчення корекції програма запитує підтвердження дії.

5 Видалення завдання.

Для видалення завдання необхідно курсором «миші» відзначити видаляється задачу, що, і нажати кнопку **Видалити**. Перед видаленням програма запитує підтвердження команди.

6.1 Уведення даних по розташуванню об'єктів.

Уведення даних по розташуванню випусків СВ і створів здійснюється за допомогою пункту меню **Об'єкти**, що викликає вікно «Об'єкти» (рис.5).

Объекты

Водный объект

р.Сев.Донец наименование 815.0 удаленность фонового створа, км

1.00 коэфф. извилистости 812.0 удаленность контрольного створа, км

0.025 коэфф. шероховатости русла

Категория водопользования

☐ Коммунально-бытовая

☒ Рыбохозяйственная

Выпуски сточных вод

Код	№ вып.	Название	Берег	Расст. до устья, км	Тип (упр./неупр.)
630156	1	ГРЭС, теплообменные СВ	правый	814.5	Управл.
630156	2	ГРЭС, производственные СВ	правый	812.5	Управл.

Добавить

Удалить

Выход Справка

о. Сев. Донец

ф/с 815.0

ГРЭС, теплообменные СВ → 814.5

ГРЭС, производственные СВ → 812.5

к/с 812.0

рис.5

Дані по випусках СВ заносяться в таблицю «Випуски стічних вод». У поля **Код** і **№ вип.** рекомендується заносити код відповідно до звітності по формі 2-тп (водгосп). При відсутності даної інформації Користувач може заносити довільний код, що може бути також символьним.

Додавання й видалення випусків здійснюється кнопками **Додати** й **Видалити** праворуч від списку випусків. Максимально можливе число випусків - 5. Зміна берега впадання випуску й типу випуску (керований/некерований) здійснюється шляхом підведення курсору «миші» до відповідного рядка таблиці й подвійного натискання лівої клавіші.

У вікні «Об'єкти» також задається категорія водокористування ВО.

Закриття вікна «Об'єкти» здійснюється натисканням кнопки **Вихід** або клавішею **Esc** на клавіатурі.

6.2 Вибір показників.

Вибір показників якості води здійснюється за допомогою пункту меню **Показники** й підпункту **Вибір**. У цьому випадку з'являється вікно «Вибір показників» (рис.6), у якому перебувають дві таблиці:

- «Загальна база», що містить список всіх показників, наявний у базі даних «Гідросфери», із вказівкою значень ГДК комунально-побутовий (ГДК к/б) і рибогосподарської (ГДК р/х) категорій водокористування, а також коефіцієнта неконсервативності для нульової швидкості плин timer й температури води 20^{оc}.
- «Обрані показники», що містить список показників, розглянутий у поточному завданні.

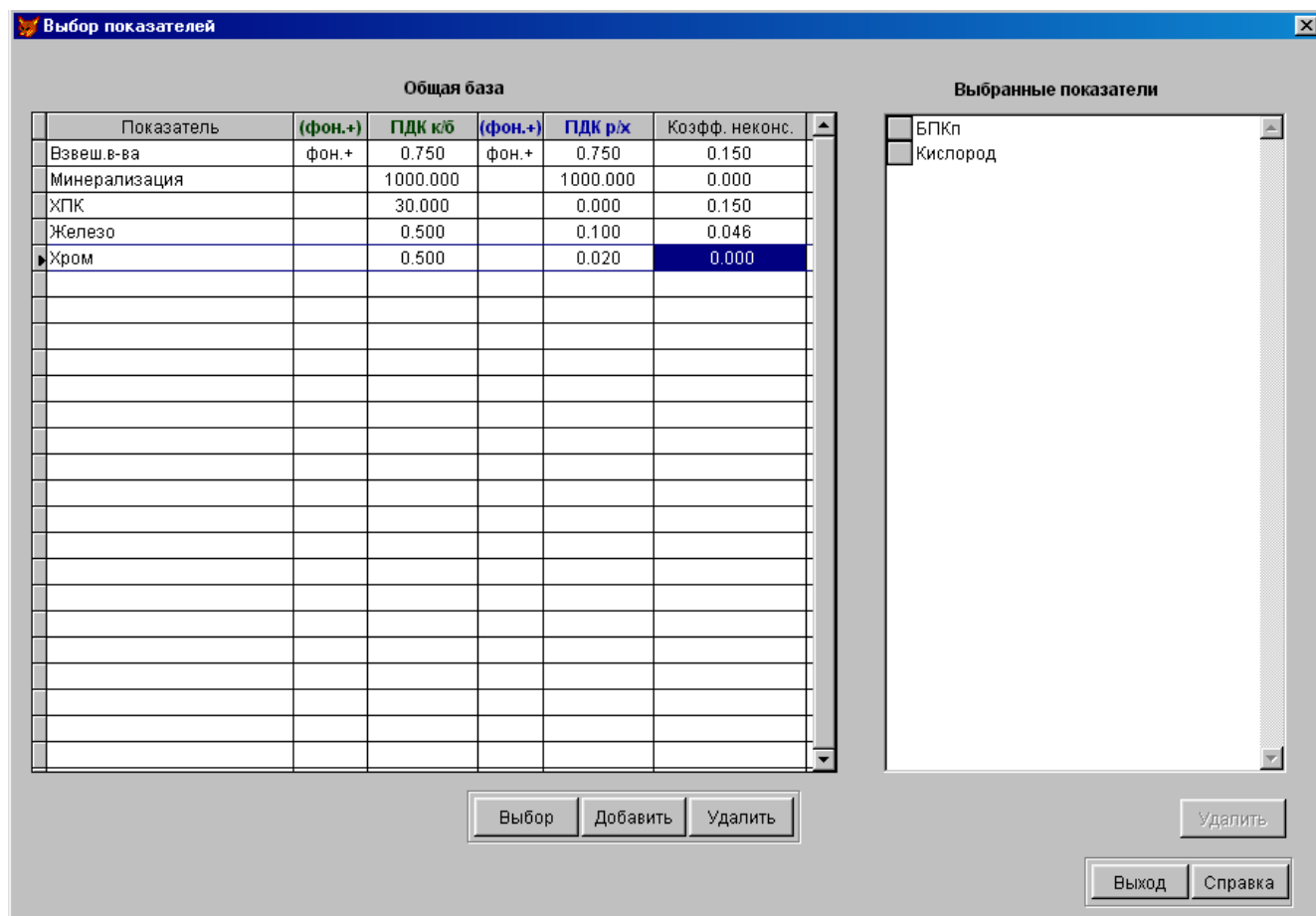


рис.6

Для розчиненого кисню замість коефіцієнта неконсервативності вказується коефіцієнт реаерації, що для малих річок перебуває в діапазоні 0.5-0.8. (Коефіцієнт реаерації вводиться по підставі 10; якщо коефіцієнт узятий з формули з експонентною залежністю, те його необхідно помножити на $\lg e$). Зміст загальної бази користувач може коректувати. Якщо в таблиці «Загальна база» поле (фон.+) є порожнім, відповідна ГДК розглядається як абсолютна величина, якщо в полі перебуває запис «(фон.+)», ГДК розглядається як збільшення до природної концентрації. Зміна значення даного поля здійснюється шляхом підведення курсору «миші» до поля й подвійного натискання лівої клавіші.

Вибір показників із загальної бази здійснюється кнопкою **Вибір** або подвійне натискання лівої клавіші «миші». Порядок обраних показників можна змінювати шляхом переміщення курсором «миші» відповідних записів у таблиці «Обрані показники». Скасування вибору здійснюється кнопкою **Видалення** (нижче таблиці «Обрані показники») або подвійним натисканням лівої клавіші «миші».

Програма дозволяє змінювати властивості обраних для поточного завдання показників. Для цього викликаються пункт меню **Показники** й підпункт **Властивості**, у результаті чого на екрані з'являється вікно «Властивості показників» (рис.7), у якому можна змінити назву, ГДК і коефіцієнт неконсервативності речовини. Зміст рядка «точність» указує кількість десяткових знаків при відображенні відповідної концентрації у вихідних таблицях.

6.3 Завдання варіантів.

 **Варианты**

Код	Название
1	неполная загрузка
2	Копия варианта №1

Добавить

Удалить

Копировать

Выход

Справка

6.4 Уведення даних по витратах і концентраціям.

Уведення даних по витратах і концентраціям здійснюється за допомогою пункту меню **Розрахунок**. У цьому випадку на екрані з'являється вікно «Розрахунок» (рис.9).

рис.9

При введенні даних задається поточний варіант і скидання СВ із відповідних списків, що розкриваються. Значення полів таблиці «Якість води річки й склад стічних вод, мг/л» наступне:

Поле	Зміст	Примітка
Показник	Найменування показника	
фон	Якість води у фоновому створі	
природн.	Природне (природне) якість води водного об'єкта	
СВ факт.	Фактичний склад СВ	
ГДС расч.	Розрахункові гранично допустимі концентрації речовин у СВ, що забезпечують неперевищення необхідних норм якості води в контрольному створі	Заносяться в результаті розрахунку. Можуть коректуватися Користувачем
ГДС прин.	Прийняті гранично припустимі концентрації речовин у СВ	Можуть коректуватися Користувачем
КС средн.	Розрахункова середня концентрація речовини в контрольному створі	Не коректується Користувачем
КС макс.	Розрахункова концентрація речовини в максимально забрудненій частині потоку в контрольному створі	--- “---
ГДК р/х (або ГДК к/б)	ГДК показника для обраної категорії водокористування	Можуть коректуватися Користувачем у вікні «Властивості показників» (п.6.2)

6.5 Розрахунок.

Вид розрахунку задається за допомогою відповідного перемикача:

Найменування	Призначення
Прогноз при факт. скиданні	Прогноз якості води в контрольному створі за умови фактичних витрат і фактичного складу СВ
Розрахунок ГДС	Розрахунок граничних концентрацій для керованих випусків СВ і прогноз якості води в контрольному створі, що відповідає розрахунковим припустимим концентраціям і затверджуваним витратам СВ
Прогноз при прийнятому ГДС	Прогноз якості води в контрольному створі за умови досягнення затверджуваних витрат СВ і прийнятих припустимих концентрацій речовин у СВ

У випадку встановлення прапорця «Випуски в населеному пункті», прийняті припустимі концентрації у СВ установлюються не вище ГДК комунально-побутової категорії водокористування.

Кратність початкового розведення програма не розраховує. За замовчуванням дане значення дорівнює 1.

Спосіб розрахунку кратності загального розведення регулюється за допомогою перемикача «Розрахунок розведення». Зміст пунктів:

Найменування	Призначення
Повне	Кратність розведення не розраховується. Передбачається повне змішання стічних вод і води річки.
ТПІ	Кратність розведення розраховується методом Таллінського політехнічного інституту (ТПІ).
ТПІ+ВОДГЕО	Кратність розведення розраховується: • методом Фролова-Родзиллера у випадку, якщо співвідношення витрат стічних і річкових вод перебуває в межах $0,0025 \div 0,1$; • методом ТПІ в протилежному випадку.

Розрахунок виробляється після натискання кнопки **Розрахунок ГДС расч..** Результат розрахунку якості води автоматично заноситься в поля «КС средн.» і «КС макс.» таблиці. Кратність повного розведення СВ відображається на екрані у відповідному вікні.

Прийняті допустимі концентрації споконвічно дорівнюють нулю. При натисканні кнопки **ГДСприн.=ГДС расч.** вони приймають значення розрахункових припустимих концентрацій.

При установці прапорця «Побудова таблиці в Excel» створюється й виводиться на екран Excel-Таблиця розрахунку якості води в контрольному створі.

При установці прапорця «Не враховувати природний фон» розрахунок буде виробляється без обліку самоочищення ВО і вплив природного фону.

Завдання. За допомогою програми «Гідросфера»:

1. Розрахувати ГДС забруднюючих речовин у стічній воді для одного водокористувача.
2. Сформувати файл svod01.xls з інформацією про фонові концентрації речовин у водному об'єкті, фактичній і розрахунковій припустимій сполучі стічної води.
3. Підготувати документ ГДС у формі файлу pds01.xls. У якості прийнятих допустимих концентрацій взяти розрахункові значення.
4. Обґрунтувати результат розрахунку відповідно до «Інструкції з розробки ГДС...».
5. Дати екологічну оцінку якості води в контрольному створі.

Вихідні дані для всіх варіантів:

Найменування водного об'єкта: р. Сіверський Донець.

Найменування водокористувача: Підприємство

Коефіцієнт звивистості ріки: 1,1.

Коефіцієнт шорсткості русла: 0,035.

Кількість робочих днів у році: 365.

Кількість робочих годин у добі: 12 (для непарних варіантів), 24 (для парних варіантів).

Категорія водокористування: рибогосподарська.

Вихідні дані по варіантах.

Витрата стічних вод

№ вар.	Витрата. СВ, м ³ /година	
	фактичний	затверджуваний
1.	650	721
2.	453,96	635,54
3.	477,38	668,33
4.	351,19	491,66
5.	338,84	474,37
6.	508,81	712,34
7.	485,47	679,66
8.	367,3	514,23
9.	353,31	494,63
10.	453,98	635,57
11.	354,01	495,62
12.	506,13	708,59
13.	532,36	745,31
14.	528,37	739,72
15.	425,61	595,85
16.	384,95	538,93
17.	417,67	584,74
18.	488,5	683,91
19.	378,25	529,54
20.	372,74	521,84
21.	521,54	730,16
22.	550,57	770,8
23.	378,84	530,38
24.	391,51	548,11
25.	448,48	627,87
26.	544,3	762,02
27.	433,28	606,59
28.	494,15	691,8
29.	394,88	552,83
30.	459,45	643,23
31.	512,65	717,71

Гідрологічні дані по водному об'єкті

№ вар	Витрата води у ф/с, м3/с	Швидкість плину, м	Середня глибина, м
1.	0,23	0,3	0,5
2.	0,259	0,34	0,56
3.	0,264	0,32	0,52
4.	0,217	0,34	0,57
5.	0,212	0,29	0,49
6.	0,256	0,31	0,52
7.	0,25	0,28	0,46
8.	0,211	0,28	0,46
9.	0,245	0,35	0,58
10.	0,217	0,34	0,57
11.	0,23	0,33	0,54
12.	0,244	0,31	0,52
13.	0,254	0,34	0,57
14.	0,265	0,31	0,52
15.	0,213	0,34	0,57
16.	0,237	0,28	0,46
17.	0,219	0,33	0,55
18.	0,207	0,3	0,49
19.	0,267	0,36	0,6
20.	0,238	0,34	0,56
21.	0,25	0,27	0,45
22.	0,219	0,28	0,46
23.	0,23	0,34	0,57
24.	0,248	0,28	0,47
25.	0,252	0,29	0,48
26.	0,24	0,32	0,53
27.	0,254	0,36	0,6
28.	0,216	0,34	0,56
29.	0,21	0,36	0,6
30.	0,275	0,3	0,5
31.	0,239	0,35	0,58

Якість води у фоновому створі (мг/л)

№ вар	Зважені речовини	БСКп	Хлориди	Сульфати	азот аммон.	нітрити	нітрати	нафтоп род.	залізо
1.	15	2	200	50	1,5	0,01	42	0,01	0,33
2.	16,2	2,36	221,6	59,88	1,66	0,01	152,03	0,01	0,4
3.	15,23	2,29	222,25	59,17	1,51	0,29	48,91	0,01	0,32
4.	17,36	2,04	227,93	55,55	1,35	0,01	47,2	0,01	0,39
5.	15,5	2,07	223,94	362,75	1,59	0,01	44,61	0,01	0,41
6.	17,97	2,15	906,32	54,64	1,59	0,01	47,43	0,01	0,32
7.	15,71	11,69	236,86	54,05	1,79	0,01	44,66	0,01	0,38
8.	49,15	2,15	234,42	58,25	1,64	0,01	44,27	0,01	0,38
9.	15,95	2,07	204,92	56,55	1,78	0,01	47,26	0,16	0,34
10.	17,08	2,04	234,73	53,62	1,6	0,01	158,38	0,01	0,41
11.	17,11	2,22	231,25	50,08	1,76	0,24	47,68	0,01	0,38
12.	15,86	2,31	211,32	52,68	1,33	0,01	44,18	0,01	0,33
13.	17,88	2,08	200,55	384,96	1,71	0,01	47,2	0,01	0,34

14.	17,65	2,36	952,23	58,06	1,65	0,01	48,66	0,01	0,32
15.	17,75	9,94	225,52	58,33	1,65	0,01	44,2	0,01	0,34
16.	40,69	2,17	217,3	59,03	1,66	0,01	44,21	0,01	0,35
17.	16,99	2,28	209,01	57,68	1,6	0,01	43,18	0,15	0,44
18.	15,55	2,32	230,9	57,56	1,64	0,01	137,93	0,01	0,32
19.	16,68	2,21	220,21	53,31	1,53	0,29	47,81	0,01	0,33
20.	15,33	2,35	214,09	59,87	1,28	0,01	43,74	0,01	0,41
21.	15,71	2,18	238,46	372,71	1,65	0,01	47,82	0,01	0,41
22.	16,43	2,02	956,85	53,64	1,77	0,01	46	0,01	0,43
23.	16,74	10,48	225,76	58,47	1,62	0,01	48,95	0,01	0,44
24.	53,27	2,34	201,31	57,53	1,62	0,01	44,27	0,01	0,41
25.	17,24	2,16	227,05	51,98	1,74	0,01	43,47	0,17	0,39
26.	17,65	2,1	215,43	56,16	1,56	0,01	147,22	0,01	0,38
27.	15,47	2,18	214,44	58,31	1,64	0,25	48,59	0,01	0,35
28.	15,81	2,28	201,54	51,57	1,49	0,01	49,37	0,01	0,42
29.	16,51	2,31	202,97	348,67	1,8	0,01	45,76	0,01	0,36
30.	17,35	2,06	969,4	58,63	1,6	0,01	42,93	0,01	0,43
31.	17,21	9,1	224,12	56,75	1,78	0,01	49,78	0,01	0,4

Природна якість води у водному об'єкті (мг/л)

№ вар	Зважені речовини	БСКп	Хлориди	Сульфати	азот аммон.	нітри	нітрати	нафтоп род.	залізо
1.	12	1,8	30	20	0,1	0	7	0	0,3
2.	17,94	1,85	32,38	22,48	0,11	0	7,4	0	0,34
3.	12,25	1,94	34,39	23,22	0,1	0	7,6	0	0,31
4.	14,29	2,02	31,25	21,62	0,12	0	7,4	0	0,3
5.	12,58	1,94	33,79	22,85	0,12	0	7,83	0	0,32
6.	13,2	1,91	31,13	22,43	0,12	0	8,12	0	0,34
7.	12,42	1,89	33,65	23,47	0,1	0	7,5	0	0,31
8.	13,21	1,97	33,38	21,4	0,11	0	7,4	0	0,34
9.	12,2	1,97	35,74	20,54	0,11	0	8,38	0	0,35
10.	13,68	1,94	35,67	21,36	0,1	0	7,05	0	0,33
11.	12,93	1,91	34,49	20,62	0,1	0	7,56	0	0,33
12.	12,29	1,91	33,56	23,45	0,12	0	8,03	0	0,31
13.	13,8	2	30,59	21,82	0,11	0	8,38	0	0,35
14.	13,6	1,83	30,82	22,23	0,11	0	7,06	0	0,33
15.	13,89	1,83	31	22,28	0,11	0	7,25	0	0,33
16.	12,41	2,02	32,22	23,96	0,11	0	7,19	0	0,33
17.	13,61	1,93	31,06	23,31	0,1	0	7,17	0	0,34
18.	14,16	2,09	30,19	21,13	0,11	0	7,21	0	0,36
19.	12,55	2,09	35,57	22,62	0,11	0	7,24	0	0,33
20.	13,45	2,03	34,25	21,34	0,11	0	8,22	0	0,34
21.	12,56	2,07	33,62	22,28	0,11	0	7,01	0	0,33
22.	13,23	1,9	31,4	21,53	0,12	0	7,01	0	0,32
23.	14,3	1,87	35,29	21,03	0,1	0	7,82	0	0,31
24.	14,17	2,12	31,44	23,66	0,12	0	7,1	0	0,33
25.	12,47	2,02	33,56	21,36	0,11	0	7,37	0	0,3
26.	12,46	1,84	34,61	20,9	0,12	0	7,93	0	0,34
27.	12,78	2,09	32,82	23,03	0,1	0	8,11	0	0,35
28.	13,39	1,94	30,17	20,37	0,1	0	7,71	0	0,33
29.	12,32	1,87	34,45	23,57	0,1	0	8,38	0	0,35
30.	13,8	1,88	34,53	21,52	0,11	0	8,1	0	0,36
31.	13,33	2,1	35,29	21,14	0,12	0	7,94	0	0,31

Склад стічної води (мг/л)

№ вар	Зважені речовини	БСКп	Хлориди	Сульфати	азот аммон.	нітрити	нітрати	нафтоп род.	залізо
1.	25	15,5	828,7	750	2,5	0,05	38	3,8	0,39
2.	15,76	13,48	1086,26	93,19	1,89	0,34	202,2	0,16	0,91
3.	52,43	12,4	223,7	412	1,54	0,38	176,34	0,04	0,73
4.	62,08	2,31	1389,08	388,41	1,8	0,28	29,77	0,15	0,88
5.	10,18	11,64	902,69	482,46	1,67	0,07	128,75	0,16	0,94
6.	53,02	12,29	1205,41	434,32	0,31	0,26	175,76	0,04	0,73
7.	49,85	15,55	1397,1	74,43	1,87	0,37	34,62	0,25	0,86
8.	65,37	9,92	284,37	356,44	1,2	0,06	184,9	0,18	0,87
9.	46,14	2,28	1142,81	465,41	0,35	0,32	121,6	0,22	0,78
10.	12,6	9,03	1406,28	71,5	1,9	0,37	210,65	0,17	0,94
11.	57,51	10,22	247,79	405,72	1,71	0,32	165,64	0,04	0,86
12.	39,32	2,25	935,67	381,34	1,77	0,24	37,69	0,19	0,76
13.	11,5	9,07	1407,84	512	1,33	0,06	166,86	0,2	0,77
14.	68,61	9,77	1266,46	479,25	0,35	0,33	164,96	0,04	0,74
15.	70,26	13,22	1044,24	74,94	1,65	0,36	28,65	0,23	0,77
16.	54,11	13,13	235,48	418,51	1,32	0,06	187,82	0,21	0,79
17.	68,29	2,27	1297,59	344,7	0,34	0,35	127,76	0,2	0,99
18.	13,01	10,08	1294,5	71,1	1,78	0,29	183,44	0,19	0,73
19.	47,61	10,81	231,16	394,2	1,65	0,38	122,27	0,04	0,75
20.	45,15	2,8	1050,07	355,96	1,7	0,29	36,93	0,22	0,94
21.	10,84	12,41	1161,86	495,71	1,25	0,07	143,71	0,19	0,94
22.	42,76	13,05	1272,61	452,7	0,32	0,39	146,11	0,04	0,97
23.	46	13,94	1032,04	70,84	1,19	0,39	33,95	0,2	1
24.	70,85	12,33	267,34	490,74	1,23	0,07	184,08	0,21	0,95
25.	65,58	2,85	900,46	377,75	0,29	0,38	191,78	0,22	0,88
26.	9,59	11,24	1449,36	85,16	1,35	0,29	195,8	0,25	0,87
27.	57,34	11,77	223,61	422,77	1,58	0,34	131,87	0,04	0,8
28.	52,31	2,54	1230,73	457,56	1,98	0,3	33,18	0,2	0,96
29.	11,04	13,28	1163,2	463,73	1,4	0,07	144,92	0,23	0,83
30.	53,99	10,74	1289,3	381,22	0,36	0,33	164,83	0,04	0,98
31.	65,27	12,11	1252,68	77,94	1,25	0,27	31,22	0,15	0,91

Підготував доцент кафедри ОПтаТЕБ

О.В. Рибалова

Практичне заняття № 18

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 9. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Розділ 14: «Моделювання і прогнозування стану атмосферного повітря»

Тема: „ Розрахунок розсіювання шкідливих речовин від одиночного джерела викиду ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із методикою встановлення гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
2. Довести до студентів інформацію про моделювання гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

План

1. Методика розрахунку

2. Приклад розрахунку

Практичне завдання

На процес розсіювання викидів шкідливих речовин впливає швидкість вітру, яка збільшується, як правило, з висотою, і на рівні 10 м від землі вона може дорівнювати 4-6 м/с. Швидкість вітру на висоті димової труби можна підрахувати за формулою:

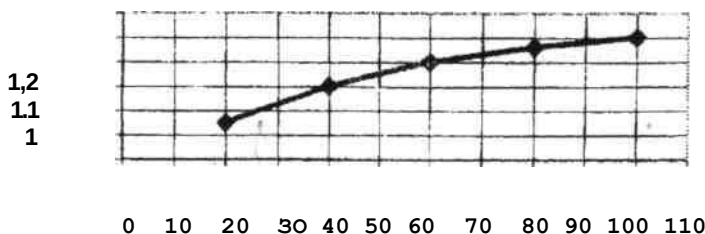
$$V = \Phi * V_0,$$

де V_0 - швидкість вітру на висоті 10м, м/с (див. завдання)

Φ - коефіцієнт, який враховує зміну швидкості вітру за висотою.

Значення коефіцієнта Φ

Є 1.6
1.5
1.4 1.3



висота, h, м

Наприклад: ефективна висота викиду газової суміші (відстань по землі до горизонтальної осі газового потоку) дорівнює:

$$H = h + \Delta h,$$

де h – висота труби, 45м;

Δh – підвищення висоти потоку газів над трубою, м:

$$\Delta h = \frac{1,9 * D * W_0}{\hat{O} * V_0},$$

де D – діаметр гирла труби, м; (див. завдання);

W_0 – швидкість виходу газів із димової труби, м/с (див. завдання)

Максимальна концентрація забруднюючих речовин, мг/м³ визначається за формулою:

$$C_{\max} = \frac{94 * M}{V_0 * H^2},$$

де M – кількість шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу, г/с

Спрощено відстань від труби X , м до місця, де може виникнути максимальна концентрація викидів шкідливих речовин, можна знайти за формулою:

$$X_{\max} = 20 \cdot H,$$

де H – ефективна висота викиду газової суміші.

Якщо викиди в атмосферу здійснюються кількома трубами, розташованими близько одна від одної, то їх можна приймати за одне джерело тієї самої висоти, просумувавши всі викиди й розташувавши початок системи координат в центрі їх групування або в місці розташувати джерела

Регламентування викидів здійснюється на підставі визначення гранично допустимих викидів (ГДВ). Для цього спочатку визначають максимально можливу концентрацію шкідливих речовин $C_{\max}$ і відстань $X_{\max}$, від джерела викиду, на якій спостерігається максимальна приземна концентрація викидів шкідливих речовин

Варіанти завдання наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Варіанти для виконання практичної роботи № 10

Варіант №	V_0 , м/с	H , м	D , м	W_0 , м/с	M , г/с	ГДК	Шкідлива речовина в димових газах
1	22	25	0,8	20	55	0,4	Оксиди нітрогену
2	15	100	1,2	18	45	0,2	Аміак
3	28	95	1	22	50	0,1	Бензапирен
4	26	80	1,3	21	50	5	Бензин
5	27	75	0,9	26	45	0,1	Бутилацетат
6	15	60	0,7	23	49	60	Гексан
7	34	54	1,3	28	35	0,15	Сажа
8	12	25	1,5	30	37	0,01	Фенол
9	23	28	2,2	36	30	0,3	Сульфатна кислота
10	24	35	2,1	34	25	5	Оксид карбону
11	29	45	2	30	28	0,6	Толуол
12	31	50	1,9	31	26	0,035	Формальдегід
13	32	65	1,7	35	35	0,1	Етилацетат
14	17	60	1,55	15	36	0,085	Діоксин нітрогену
15	18	45	1,6	16	37	0,4	Оксиди нітрогену
16	15,5	38	1,1	19	34	0,2	Аміак
17	30	36	1,3	20	30	0,1	Бензапирен
18	25,5	33	1,05	25	29	5	Бензин
19	28	29	1,1	22	30	0,1	Бутилацетат
20	26	45	1,3	23	27	60	Гексан
21	13	56	1,5	27	65	0,15	Сажа
22	24	78	0,9	20	69	0,01	Фенол

23	26	82	1,4	18	67	0,3	Сульфатна кислота
24	21	64	1,7	15	120	5	Оксид карбону
25	20	26	0,8	13	64	0,6	Толуол
26	18	64	0,6	16	65	0,035	Формальдегід
27	16	26	0,5	38	68	0,1	Етилацетат
28	33	19	0,7	35	70	0,085	Діоксин нітрогену
29	29	36	0,6	33	55	0,15	Сажа
30	45	18	1	36	50	5	СО

Приклад розрахунку

Швидкість вітру на висоті димової труби можна підрахувати за формулою:

$$V = \Phi * V_0,$$

де V_0 - швидкість вітру на висоті 10м, 22 м/с;

Φ – коефіцієнт, який враховує зміну швидкості вітру за висотою. 1,2

Ефективна висота викиду газової суміші (відстань по землі до горизонтальної осі газового потоку) дорівнює:

$$H = h + \Delta h,$$

де h – висота труби, 25м;

Δh – підвищення висоти потоку газів над трубою, м:

$$\Delta h = \frac{1,9 * D * W_0}{\hat{O} * V_0},$$

де D – діаметр гирла труби, 0,8 м;

W_0 – швидкість виходу газів із димової труби, 20 м/с.

$$\Delta h = \frac{1,9 * 0,8 * 20}{1,2 * 22} = 1,15$$

$$H = 25 + 1,15 = 26,15.$$

Максимальна концентрація забруднюючих речовин, мг/м^3 визначається за формулою:

$$C_{\max} = \frac{94 * M}{V_0 * H^2},$$

де M – кількість шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу, г/с.

В нашому випадку це – оксиди нітрогену в кількості 55 г/с.

$$C_{\max} = \frac{94 * 55}{29 * 26,15^2} = 0,261$$

Спрощено відстань від труби X , м до місця, де може виникнути максимальна концентрація викидів шкідливих речовин, можна знайти за формулою:

$$X_{\max} = 20 * H,$$

де H – ефективна висота викиду газової суміші.

$$X_{\max} = 20 * 26,15 = 523,0 \text{ м}$$

Регламентування викидів здійснюється на підставі визначення гранично допустимих викидів (ГДВ). Для цього спочатку визначають максимально можливу концентрацію шкідливих речовин $C_{\max}$ і відстань $X_{\max}$, від джерела викиду, на якій спостерігається максимальна приземна концентрація викидів шкідливих речовин.

Висновки до практичного завдання

Розрахунки показали, що на відстані 523,0 м концентрація оксиди нітрогену ($C_{\max} = 0,261$), що не перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК = 0,4). Максимально можлива концентрація шкідливих речовин $C_{\max}$ менше ГДК в 0,65 разів, тобто додаткових природоохоронних заходів непотрібно для зменшення негативної дії шкідливої речовини.

Підготував доцент кафедри ОПтаТЕБ

О.В. Рибалова

**МАТЕРІАЛИ ДО ПИСЬМОВОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Прогнозування стану довкілля»**

МОДУЛЯ 9 „ Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Перевірити знання слухачів, отримані під час лекцій, практичних занять, семінарів та самостійної роботи.
2. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: тестові завдання.

Література:

1. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
2. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч. посібник. – К.: Видав. дім. „КМ Академія”, 2002. – 203 с.
3. Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна статистика. – К.: ЦУЛ, 2008. – 392 с.
5. Гладкий А.В., Скопечкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: Видав. „Політехніка”, ТОВ „Фірма „Періодика””, 2005. – 152 с.
6. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
7. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.

Загальна кількість балів складає – 100 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

- Відповідь від 90 – 100 балів – 5 A (відмінно);**
Відповідь від 82 – 89 балів – 4 B (дуже добре);
Відповідь від 74 – 81 балів – 4 C (добре);
Відповідь від 64 – 73 балів – 3 D (задовільно);
Відповідь від 60 – 63 балів – 3 E (достатньо);
Відповідь від 35 – 59 балів – 2 FX (не зараховано);
Відповідь від 0 – 34 балів – 2 F (не зараховано).

Тест модульного контролю

Частина 1 (40 балів)

Вірна відповідь – 4 бали

Умови виконання завдання: *дайте або доповніть відповідь.*

1. Метод різницевої апроксимації дає змогу _____
2. Довгострокове прогнозування стану водних екосистем полягає в _____
3. Природна якість води характеризується _____.
4. Кратністю розведення стічних вод називається _____.
5. Екстремальні умови внаслідок забрудненості, що виникають за приземних інверсій в атмосфері та відсутності розвинутого турбулентного обміну, описуються _____.
6. Мета моделювання хімічного забруднення ґрунтів є _____.
7. Основними джерелами хімічного забруднення ґрунтів є _____.

8. Моделювання хімічного забруднення ґрунтів від промислових джерел здійснюється на основі _____.
9. Важливим заходом запобігання підтопленню земель є _____.
10. Для оцінки режимів зрошення в умовах дефіциту води або необхідності її економії важливу роль відіграє _____.

Частина 2 (10 балів) Вірна відповідь – 2 бали

- Дифузію й розклад органічної речовини, що надходить у водний об'єкт, можна змоделювати.
 - моделлю трансформації речовин
 - методом Монте – Карло.
 - методом масопереносу.
- Коефіцієнти неконсервативності визначаються за даними .
 - вимірювання об'єкту спостереження наведеним для температури води $T = 25^{\circ}\text{C}$ і швидкості плин $v = 0,2 \text{ м/с}$.
 - лабораторних досліджень наведеним для температури води $T = 20^{\circ}\text{C}$ і швидкості плин $v = 0,5 \text{ м/с}$.
 - за даними натурних спостережень або за довідковими даними, наведеним для температури води $T = 20^{\circ}\text{C}$ і швидкості плин $v = 0,2 \text{ м/с}$.
- Основними критеріями, які є, здебільшого, наслідком інтенсивного розвитку автотранспорту і які треба мінімізувати для поліпшення середовища проживання людей у містах, є
 - концентрація оксиду вуглецю (II), а також рівня шуму.
 - концентрація оксиду азоту, а також рівня шуму.
 - концентрація оксиду вуглецю (II), оксиду азоту та формальдегіду.
- Моделювання забруднення ґрунтів пестицидами і радіонуклідами проводять з використанням .
 - моделей турбулентної дифузії.
 - методу Монте - Карло.
 - точкових моделей динаміки їхнього розпаду.
- Порівняльну ефективність диференційованих режимів зрошення можна оцінити за:
 - середньобагаторічною валовою продукцією або втратами врожаю
 - економічною ефективністю та додатковим врожаєм.
 - екологічною ефективністю, коли всі компоненти системи знаходяться в гомеостазі при різних впливах зовнішніх параметрів.

Частина 3 (50 балів)

Вірна розгорнута відповідь – 5 балів

- Які задачі вирішує моделювання й прогнозування стану водних екосистем ?
 - Який метод розрахунку кратності основного розведення застосовують при розрахунку ГДС ?
-

3. Для чого використовують точкові моделі короткострокового прогнозування забруднення повітря?

4. Яка мета застосування математичних моделей поширення забруднень від промислових джерел і автотранспорт?

5. В чому полягає соціоекологічна функція ґрунтів?

6. Яка мета моделювання процесів меліоративного впливу на ґрунти?.

7. Яким чином відбувається хімічне забруднення ґрунтів?

8. Теоретична основа моделювання руху води в ґрунтах:

9. Загальні принципи побудови Марківської моделі прогнозування й запобігання підтопленню сільськогосподарських угідь.

10. Що собою представляє критерій продуктивності зрошувальної води?

Практичне заняття № 20

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 10. Моделювання і прогнозування стану екосистем та глобальних біосферних процесів.

Розділ 17: «Сучасні моделі розвитку глобальних біосферних процесів»

Тема: „ Визначення впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря і здоров'я населення ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із методикою встановлення гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин в атмосферне повітря.
2. Довести до студентів інформацію про моделювання гранично допустимих викидів (ГДВ) забруднюючих речовин.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

1. Визначення впливу викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення на стан здоров'я населення

Відомо, що забруднення атмосферного повітря може викликати збільшення захворюваності населення, особливо органів дихання та онкологічних захворювань. Найбільш репрезентативною групою для вивчення впливу забруднення навколишнього природного середовища на стан здоров'я населення є діти, бо на їх здоров'я не впливають шкідливі виробничі чинники і шкідливі звички, до того ж інформація про стан захворюваності дітей є найбільш достовірною, бо вони проходять регулярне обстеження в дитячих садках і школах.

З метою визначення впливу викидів забруднюючих речовин на стан здоров'я населення пропонується побудувати регресійні моделі.

Регресійна модель описує кореляційні зв'язки, які об'єктивно існують між явищами. Як правило, кореляційні зв'язки надзвичайно складні та різноманітні. В одних випадках при зміні пояснюючих факторів x_i величина результуючого фактора y змінюється рівномірно, в інших – нерівномірно. Іноді зменшенням може змінитися зростанням, і навпаки. Простежити всі ці взаємозв'язки і встановити точний функціональний вид дуже складно і практично неможливо. Саме тому при виборі типу функції йдеться лише про апроксимацію складних за своєю природою взаємозв'язків відносно простими функціями. На практиці найбільш поширеним є лінійні регресійні моделі. Оскільки цей підхід передбачає однаковий характер зв'язку з усіма факторами, він, безумовно, містить у собі певну умовність. Однак використання надто складних функцій неминуче призводить до збільшення кількості параметрів, а отже, зменшує точність вимірювання.

Регресійні моделі зв'язують кількісні змінні – результуючу і пояснюючі (ендогенні та екзогенні).

Лінійна регресія зводиться до знаходження рівняння виду:

$$\bar{y} = a + b \cdot x + \varepsilon \quad (1)$$

Рівняння виду $\bar{y} = a + b \cdot x + \varepsilon$ дозволяє по заданих значеннях фактору x мати теоретичні значення результативної ознаки підстановкою в нього фактичних значень фактору x .

Побудова лінійної моделі зводиться до оцінки її параметрів – a і b . Оцінки параметрів лінійної регресії можуть бути знайдені різними методами.

Параметр b називається коефіцієнтом регресії. Його величина показує середню зміну результату із зміною фактору на одиницю.

Таблиця 1 - Відповідність розрахунків значенню кореляції

Інтервал значень коефіцієнта кореляції	Інтерпретація
0-0,2	Дуже слабка кореляція
0,2-0,5	Слабка кореляція
0,5-0,7	Середня кореляція
0,7-0,9	Висока кореляція
0,9-1	Дуже висока кореляція

Тому пропонується визначити вплив викидів забруднюючих речовин на стан здоров'я населення методом побудови кореляційних зв'язків на основі офіційних даних державною служби статистики України у 2014 році окремо:

1. викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря у розрахунку на 1 особу у 2014 році (кг) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (новоутворення) у дітей;

- Визначити вплив стану забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення методом побудови кореляційних зв'язків на основі офіційних даних державною служби статистики України у 2014 році окремо

1. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (новоутворення) у дітей;
2. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (новоутворення) у дорослих;
3. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (органи дихання) у дітей;
4. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (органи дихання) у дорослих;

5. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (ІЗА) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (новоутворення) у дітей;
6. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (ІЗА) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (новоутворення) у дорослих;
7. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (ІЗА) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (органи дихання) у дітей;
8. Значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (ІЗА) і кількість вперше зареєстрованих захворювань у 2014 році (органи дихання) у дорослих.

Визначити вплив викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря методом побудови кореляційних зв'язків на основі офіційних даних державною служби статистики України у 2014 році окремо

1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (тис. т) і значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз);
2. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря (тис. т) і значення інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (ІЗА).

Відповідно до зазначеного варіанту побудувати графіки кореляційних залежностей, знайти значення коефіцієнта кореляції та зробити висновки на основі отриманих розрахунків.

Практичне заняття № 21

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 10. Моделювання і прогнозування стану екосистем та глобальних біосферних процесів.

Розділ 17: «Сучасні моделі розвитку глобальних біосферних процесів»

Тема: „Захист курсових робіт”

Тематика курсових робіт вибирається відповідно до цього переліку:

1. Комплексна оцінка екологічного стану АР Крим
2. Комплексна оцінка екологічного стану Вінницької області
3. Комплексна оцінка екологічного стану Волинської області
4. Комплексна оцінка екологічного стану Дніпропетровської області
5. Комплексна оцінка екологічного стану Донецької області
6. Комплексна оцінка екологічного стану Житомирської області
7. Комплексна оцінка екологічного стану Закарпатської області
8. Комплексна оцінка екологічного стану Запорізької області
9. Комплексна оцінка екологічного стану Івано – Франківської області
10. Комплексна оцінка екологічного стану Київської області
11. Комплексна оцінка екологічного стану Кіровоградської області
12. Комплексна оцінка екологічного стану Луганської області
13. Комплексна оцінка екологічного стану Львівської області
14. Комплексна оцінка екологічного стану Миколаївської області
15. Комплексна оцінка екологічного стану Одеської області
16. Комплексна оцінка екологічного стану Полтавської області

- 17.Комплексна оцінка екологічного стану Рівненської області
- 18.Комплексна оцінка екологічного стану Сумської області
- 19.Комплексна оцінка екологічного стану Тернопільської області
- 20.Комплексна оцінка екологічного стану Харківської області
- 21.Комплексна оцінка екологічного стану Херсонської області
- 22.Комплексна оцінка екологічного стану Хмельницької області
- 23.Комплексна оцінка екологічного стану Черкаської області
- 24.Комплексна оцінка екологічного стану Чернівецької області
- 25.Комплексна оцінка екологічного стану Чернігівської області

**МАТЕРІАЛИ ДО ПИСЬМОВОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Прогнозування стану довкілля»
МОДУЛЯ 10 „ Моделювання і прогнозування глобальних біосферних процесів ”**

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Перевірити знання слухачів, отримані під час лекцій, практичних занять, семінарів та самостійної роботи.
2. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: тестові завдання.

Література:

1. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник. – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
2. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навч. посібник. – К.: Видав. дім. „КМ Академія”, 2002. – 203 с.
3. Богобоящий В.В., Чурбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.
4. Тарасова В.В. Екологічна статистика. – К.: ЦУЛ, 2008. – 392 с.
5. Гладкий А.В., Скопечкий В.В. Методи числового моделювання екологічних процесів: Навч. посібник. – К.: Видав. „Політехніка”, ТОВ „Фірма „Періодика””, 2005. – 152 с.
6. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
7. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 144 с.

Загальна кількість балів складає – 100 балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Відповідь від 90 – 100 балів – 5 A (відмінно);

Відповідь від 82 – 89 балів – 4 B (дуже добре);

Відповідь від 74 – 81 балів – 4 C (добре);

Відповідь від 64 – 73 балів – 3 D (задовільно);

Відповідь від 60 – 63 балів – 3 E (достатньо);

Відповідь від 35 – 59 балів – 2 FX (не зараховано);

Відповідь від 0 – 34 балів – 2 F (не зараховано).

Варіанти модульного контролю**Вірна відповідь – 25 балів****Варіант № 1**

1. Назвіть основні ознаки внутрішньовидової конкуренції.
2. Особливості побудови реалістичної моделі з дискретним розмноженням.
3. Загальні принципи моделювання природно-технічних систем
4. Модель Месаровича - Пестеля.

Варіант № 2

1. Основні типи двокомпонентних систем "хижак — жертва"
2. Наведіть приклад графа конкуренції для лугової екосистеми.
3. Який головний висновок об'єднує різні моделі розвитку глобальної соціоекосистеми?
4. Яка роль енергобалансових моделей в дослідженні кліматичних процесів?

Варіант № 3

1. Від чого залежить ступінь взаємовпливу особин?
2. Яке удосконалення реалістичної моделі з дискретним розмноженням враховує модель Сміта і Слаткіна?
3. За яких умов виникає необхідність імітаційно-оптимізаційного моделювання?
4. «Модель Барілюче»

Варіант № 4

1. Циклічні коливання чисельності популяцій в екосистемі зернівка — наїзники.
2. Оцінка стійкості екосистеми на основі трофічних рівнів.
3. Як впливає розподіл ресурсів по регіонах планети на вияви глобальної кризи?
4. Для дослідження яких процесів застосовують радіаційно-конвективні моделі?

Варіант № 5

1. Яке розмноження називають дискретним?
2. Сутність міжвидової конкуренції.
3. Яке ієрархічне співвідношення між природно-технічною та соціо-екологічною системами?
4. Модель Габора

Варіант № 6

1. Стійкість системи "хижак-жертва" у моделі Лоткі-Вольтерра.
2. Загальні принципи моделювання екосистем на основі теорії графів.
3. Що треба робити для запобігання глобальної кризи соціоекосистеми?
4. Для опису яких процесів застосовують моделі циркуляції?

Варіант № 7

1. Опишіть модель з дискретним розмноженням.
2. Концепція екологічної ніші Хатчинсона
3. Назвіть два підходи до прийняття рішень в умовах невизначеності. В чому полягають їхня суть і відмінності?
4. Модель В. Леонтьєва

Варіант № 8

1. Основні типи функціональної реакції хижака.
2. Дайте пояснення до терміну «орієнтований граф».
3. Що таке балансові моделі якості води і на якому законі природи вони ґрунтуються?
4. За допомогою яких моделей можна досліджувати процеси, що відбуваються в системі „атмосфера – рослини - ґрунт” ?

Варіант № 9

1. Загальні принципи побудови моделі динаміки популяції з внутрішньовидовою конкуренцією.
2. Загальні принципи побудови моделі Лоткі-Вольтерра системи з міжвидовою конкуренцією
3. У чому полягає суть імітаційно-оптимізаційного моделювання?
4. Двокомпонентні моделі

Варіант № 10

1. Наведіть приклад мережі харчування.
2. Яка мета побудови орієнтованих граф?
3. У чому полягає суть моделі Стрітера — Фелпса?
4. Які блоки має включати модель розвитку фітоценозу?

Варіант № 11

1. Для чого необхідно врахувати смертність при побудові моделі динаміки популяції?
2. Відносини хижацтва.
3. Які глобальні моделі розвитку соціоекосистеми ви знаєте?
4. Моделі взаємодії РК-БСК

Варіант № 12

1. Опишіть мережу харчування для лугової екосистеми.
2. Який метод застосовують для аналізу екосистем на предмет стійкості?
3. Енергобалансові моделі клімату.
4. Які найпростіші моделі, що застосовуються у математичній теорії катастроф для дослідження систем Вам відомі?

Варіант № 13

1. Від яких чинників залежить стабільність популяції?
2. Фактори стабільності в системі "хижак – жертва".
3. Моделі Форестра-Медоуза.
4. Балансові моделі нітрифікації

Варіант № 14

1. Мета побудови графа конкуренції.
2. Загальні принципи побудови імпульсної процедури.
3. Які моделі є складовими кліматичної моделі ?
4. На яку особливість розвитку систем та процесів у них можуть вказати моделі катастроф при дослідженні різних явищ та режимів функціонування систем?

Практичне заняття № 16

з навчальної дисципліни «Прогнозування стану довкілля»

Модуль 9. Моделювання і прогнозування наслідків антропогенного впливу на довкілля.

Розділ 13: «Моделювання і прогнозування стану водних екосистем»

Тема: „ Нормування скидів стічних вод промислових підприємств ”

Виховна мета: Розвиток у студентів екологічного мислення, формування природоохоронного світогляду.

Навчальна мета:

1. Ознайомити студентів із методикою встановлення гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами.
2. Довести до студентів інформацію про моделювання гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин зі стічними водами.
3. Показати студентам реальну можливість застосування отриманої на лекції інформації у практичній діяльності працівника системи МНС.

Навчальні групи: курсанти, студенти.

Тривалість: 2 години.

Місце проведення: за розкладом.

Матеріальне забезпечення: 1) мультимедійна презентація;
2) література з дисципліни.

План

Вступ.

1 Методичні і організаційні основи розрахунку гранично допустимих скидів забруднюючих речовин.

2. Методика розрахунку концентрацій речовин у контрольному створі й допустимих концентраціях речовин у стічних водах

2.1. Методика розрахунку розведення при випуску стічних вод у водний об'єкт

3. Практичне завдання. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольному створі й визначення відповідності характеристик скидання стічних вод нормативним вимогам

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 25.06.1991 року (зі змінами). Збірник законодавчих актів України про охорону навколишнього природного середовища. У 7 томах. Т. 1 (випуск 2). – Чернівці: Зелена Буковина, 1997. – с. 78–97.
- 2 Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично – допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об’єкти зі зворотними водами. Екологія і закон. Екологічне законодавство України. У 2-х книгах. Книга 1. – Київ: Юрінком Інтер, 1998. – с. 479-504.
3. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Караушев А.В. – Л: Гидрометеиздат, 1987. –285 с.

Вступ.

В наслідок розвитку промисловості, урбанізації великих територій і інтенсифікації сільського господарства відбуваються зміни складу водних мас рік і водойм під впливом стічних вод, що містять різні мінеральні й органічні речовини, а також змиву з поверхні басейнів хімічних препаратів, застосовуваних у сільському господарстві. При цьому утворюються зони забруднення, де порушуються природні гідрохімічні і біологічні процеси, а концентрація забруднюючих речовин виявляється вище встановлених норм по санітарних, рибогосподарських чи інших показниках. Тому скидання стічних вод у водяні об’єкти допускається лише за умов наявності нормативів гранично - допустимих концентрацій (ГДК) і встановлених нормативів гранично - допустимого скидання (ПДС) забруднюючих речовин.

Нормативи ГДС забруднюючих речовин встановлюються з метою поетапного досягнення екологічного нормативу якості води водяних об’єктів. Даний норматив також установлюється для оцінки екологічного благополуччя водяних об’єктів і визначення комплексу водоохоронних мір, і містить науково – обґрунтовані значення концентрацій забруднюючих речовин і показники якості води. При цьому ступінь забруднення водяних об’єктів визначається відповідними категоріями якості води.

При розробці проектів і розрахунку ГДС використовується інструкція про порядок розробки і затвердження ГДС речовин у водні об’єкти з зворотними водами. Використання єдиної методики розрахунку ГДС речовин гарантує дотримання норм якості води у водному об’єкті з урахуванням взаємозалежного розвитку водоохоронного комплексу.

1 МЕТОДИЧНІ І ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Скид зворотних вод у водні об'єкти є одним з видів спеціального водокористування і здійснюється на основі дозволів, які видаються у встановленому порядку органами Мінприроди України.

Гранично допустимий скид (ГДС) речовини - показник максимально допустимої в одиницю часу кількості (маси) речовини, що відводиться із зворотними водами в поверхневі та морські води, який з урахуванням встановлених обмежень на скид цієї речовини від інших джерел забруднення гарантує дотримання норм її вмісту в заданих контрольних створах (пунктах) водного об'єкта. Таким чином, величини ГДС речовин визначаються і встановлюються, як правило, для кожного із сукупності випусків зворотних вод, пов'язаних єдністю водного об'єкта (тобто за басейновим принципом), з урахуванням оптимального розподілу його асимілюючої спроможності (спроможність водного об'єкта приймати певну масу речовини в одиницю часу без порушення норм якості води в контрольних створах (пунктах) водокористування). Величини ГДС речовин встановлюються в грамах на годину (г/год).

Величини ГДС розробляються і затверджуються для діючих і проектуємих підприємств-водокористувачів. При цьому, незалежно від асимілюючої здатності водного об'єкта, призначувані ГДС повинні задовольняти рівню очищення, що може бути досягнуто при застосуванні типового способу очищення стічних вод для розглянутої категорії стічних вод.

Для діючих підприємств розробка величин ГДС може здійснюватися як самим підприємством-водокористувачем, так і на його прохання проектною чи науково-дослідною організацією, тимчасовим творчим колективом. Якщо фактична якість скидання діючого підприємства менше розрахункового ГДС, то за якість ГДС приймається фактична якість стічних вод.

Величини ГДС проектуємих і споруджуваних (реконструйованих) підприємств визначаються в складі проектів будівництва (реконструкції) цих підприємств. Якщо при перегляді чи уточненні раніше встановленого ГДС виявиться, що проектне скидання споруджуваного (реконструйованого) підприємства менше розрахункового ГДС, то в за ГДС приймається проектне скидання.

Якщо фонові концентрації водного об'єкта за якими-небудь показниками обумовлена природними факторами, то ГДС відповідних речовин встановлюються виходячи з умови відповідності в контрольних створах природної фонові якості води.

Для речовин, по яких нормуються збільшення до природного фону, ГДС повинні бути встановлені з обліком цих припустимих перевищень до природного фону.

Встановлення ГДС речовин з обліком лімітуючої ознаки шкідливості (ЛОШ) проводиться для речовин 1 і 2 класів небезпеки при господарсько-питному і комунально-побутовому водокористуванні і всіх нормованих речовин, крім основних іонів мінералізації води, при господарському водокористуванні. При цьому в контрольному створі водного об'єкта сума відносин концентрацій речовин з однаковим ЛОШ до відповідних ГДК (чи природним фоновим концентраціям цих речовин, якщо вони перевищують ГДК) не повинна перевищувати одиниці.

Основними категоріями зворотних вод, для яких встановлюються величини ГДС речовин, є:

а) стічні води: господарсько-побутові, промислові (включаючи виробничі, теплообмінні, шахтні, кар'єрні та ін.), виробничо-побутові (у населених пунктах - міські), рибогосподарських ставків, тваринницьких ферм;

б) дренажні води;

в) скидні води.

Одним з найважливіших принципів при розробці ГДС є басейновий принцип. При цьому передбачається, що розробка ГДС здійснюється з урахуванням усіх джерел

надходження зворотних вод у межі розглянутого басейну і з урахуванням гідрофізичних особливостей водозбору.

Басейновий принцип встановлення ГДС речовин застосовується в таких випадках:

а) для водокористувачів ділянки басейну річки або водойми в межах області (основний варіант), де розгляд і затвердження ГДС проводяться єдиними контролюючими органами і при цьому передбачається дотримання норм якості води в створах на кордоні областей;

б) для водокористувачів басейну в цілому при розробці басейнових екологічних програм, а також міждержавних басейнових екологічних програм, де враховується необхідність дотримання заданих норм якості води в прикордонних створах.

Якщо величини ГДС речовин розраховуються без застосування басейнового принципу і відсутня достовірна інформація про фонову якість води або ж остання за даними спостережень гірша за нормативну, то дотримання норм якості води в контрольних створах водних об'єктів басейну може бути гарантовано лише за умови встановлення ГДС речовин, виходячи з перенесенням норм якості природних вод безпосередньо на зворотні води. При цьому істотно зростають сумарні витрати водокористувачів на водоохоронні заходи, оскільки у випадку відсутності інформації не повністю використовується асимілююча спроможність водних об'єктів і в обох випадках виключається можливість оптимального розподілу допустимих величин скидів нормованих речовин між водокористувачами басейну [2].

Басейновий принцип не враховується, якщо:

а) у водному об'єкті в районі скиду зворотних вод за рахунок впливу інших джерел забруднення, які не підлягають регулюванню у строк менш ніж п'ять років, та у яких вичерпана асимілююча спроможність по нормуванню речовин, які скидаються у даний водний об'єкт;

б) скид зворотних вод розташований в межах населеного пункту. В такому випадку ГДС устанавлюється на основі допустимих концентрацій речовин, які не перевищують норми якості та ГДС їх у водних об'єктах комунально-побутового водокористування, з обов'язковою перевіркою умов дотримання норм якості води рибогосподарського водного об'єкту в межах або за межами населеного пункту у відповідності з встановленою категорією водокористування;

в) при розподілених скидах зворотних вод, розташованих на великій відстані один проти одного, в великі водотоки та водоймища, коли забруднення має локальний характер.

Розрахунок величини ГДС, розробка проектів планових заходів по досягненню ГДС, підготовка документів здійснюється розробником ГДС з участю водокористувачів. Підготовка вихідних даних при визначенні розрахункових умов скиду зворотних вод здійснюється підприємством-водокористувачем.

Розробка ГДС здійснюється раз у п'ять років. Якщо по закінченню вказаного строку новий проект не розроблено, то відповідні служби не дають дозвіл на подальше водокористування. Якщо у процесі водокористування змінились його умови (змінились основні характеристики на 20% і більше), необхідно робити новий розрахунок ГДС.

Розробка, обґрунтування та встановлення ГДС речовин включає такі етапи:

Етап 1. Підготовка вихідних даних для розрахунку ГДС речовин.

Етап 2. Правове та методичне обґрунтування схеми і моделі розрахунку ГДС речовин.

Етап 3. Визначення розрахункових розмірів та розробка проекту (розрахунок) ГДС речовин.

Етап 4. Визначення величин ТПС речовин, оцінка водоохоронної ефективності досягнення ТПС і ГДС речовин.

Етап 5. Розробка пропозицій до плану заходів щодо досягнення ГДС речовин, підготовка документів - проектів ГДС, ТПС речовин і плану заходів.

Етап 6. Узгодження і затвердження документів.

Розрахунок величин ГДС речовин у водний об'єкт із зворотними водами виконується з урахуванням:

а) норм якості води і ГДК речовин у воді водного об'єкта в лімітуючому контрольному створі;

б) фонові якості води водного об'єкта до місця впливу випуску зворотних вод;

в) витрат, складу і режиму надходження зворотних вод за період дії встановлених ГДС речовин;

г) впливу на водний об'єкт на ділянці від місця випуску зворотних вод до лімітуючого контрольного створу інших випусків зворотних вод, господарських факторів;

д) ступеню змішування зворотних вод з водою водного об'єкта на ділянці від місця їх випуску до лімітуючого контрольного створу;

е) кратності розбавлення зворотних вод водою водного об'єкта в зоні їх початкового змішування і лімітуючому контрольному створі;

е) природного самоочищення вод від речовин, що надходять, на ділянці від місця випуску зворотних вод до лімітуючого контрольного створу. (Процеси самоочищення враховуються, якщо вони достатньо виражені, а їх закономірності достатньо вивчені).

Для розрахунку величин ГДС речовин використовується сукупність фактичних або розрахункових вихідних даних, що включає: гідрографічні, морфометричні, розрахункові гідрологічні і гідрохімічні характеристики водних об'єктів у розрахункових (контрольних, фонових, гирлових і т.д.) створах, коефіцієнти неконсервативності речовин у воді водних об'єктів;

- розрахункові кількісні і якісні характеристики основних генетичних складових стоку, що формуються на ділянках басейну між суміжними створами: природної складової (підземного живлення та поверхневого стоку з природних територій водозабору), поверхневого стоку з промислово-житлових (забудованих) і сільськогосподарських (орних) територій;

- фактичні і задані (проектні) або розрахункові витрати і склад скиданих зворотних вод, спрацьованої води водосховищ і ставків, перекидуваного стоку, витрати водозаборів;

- місця розташування водокористувачів та інших господарських впливів на водні об'єкти по гідрографічній мережі, вимоги водокористувачів до якості води;

- техніко-економічні характеристики реалізованих, тих, що плануються, і можливих водоохоронних заходів.

Величини ГДС визначаються для всіх категорій водокористувачів як добуток максимальної за годину витрати стічних вод q_{max} (м³/год.) на припустиму концентрацію забруднюючої речовини $C_{ГДС}$ (г/м³). При розрахунку умов скидання стічних вод спочатку визначається значення $C_{ГДС}$, що забезпечує нормативну якість води в контрольних створах. ГДС визначається відповідно до формули:

$$ГДС = q_{max} C_{ГДС} , \quad (1.1)$$

де q_{max} - максимальна витрата за годину, (м³/год.);

$C_{ГДС}$ - гранична концентрація забруднюючої речовини, (г/м³).

Розрахунок $C_{ГДС}$ ведуть у тому випадку, якщо виконується умова $C_{ф} < C_{ГДК}$. У випадку якщо $C_{ф} > C_{ГДК}$ $C_{ГДС} = C_{ГДК}$.

Для визначення розрахункових умов, при яких формулюється найменша асимілююча спроможність водного об'єкту, необхідно враховувати:

1. Витрата водозаборів та скидів зворотних вод.
2. Склад скинутих зворотних вод (не перевищуючих фактичних середніх значень).
3. Витрати води на незарегульованих ділянках річки.
4. Фонові характеристики водного об'єкту з урахуванням лімітуючого періоду.
5. Витрати води на зарегульованих ділянках річки.

6. Витрати поверхневих та підземних складових у лімітуючі сезони 95%-ої забезпеченості.
7. Склад дощового стоку до застроєної території .

Концентрація ГДС для водоймищ розраховується в залежності відконсервативності речовини.

Для консервативних речовин (речовини, які тривалий час залишаються в потоці), концентрація ГДС визначається за формулою:

$$C_{ГДС} = n(C_{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (1.2)$$

де C_{ϕ} - фонові концентрації забруднюючої речовини у водотоці вище випуску стічних вод, г/м³;

$C_{ГДК}$ - гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у воді водотоку, г/м³;

n - кратність загального розведення стічних вод у водотоці, дорівнюється добутку кратності початкового розведення n_n на кратність основного розведення n_o :

$$n = n_n \cdot n_o, \quad (1.3)$$

Для неконсервативних речовин концентрація ГДС визначається за формулою:

$$C_{ГДС} = n(C_{ГДК} \times e^{-kt} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (1.4)$$

де k - коефіцієнт неконсервативності, 1/добу;

e - експонента; $e = 2,71$;

t - час добігання скиду до контрольного створу, розташованого на відстані 500 метрів.

$$t = \frac{500}{86400 \cdot V_p},$$

де V_p – швидкість потоку, м/с.

Розрахункова формула коефіцієнта неконсервативності має вид:

$$K = L K_t K_l \quad (1.5)$$

де L – коефіцієнт, враховуючий поправку на швидкість течії річки:

$$L = \begin{cases} 5, & V_p \geq 0.2 \text{ м/с} \\ 5 - 4 \exp(- (7 + 80V_p) V_p), & V_p < 0.2 \text{ м/с} \end{cases} \quad (1.6)$$

K_t - поправка на температуру (при $t < 35^\circ$, $K_t = 0.0451T + 0.101$);

K_l – статистичний коефіцієнт.

Так як речовини за характером свого негативного впливу поділяються на групи, кожна з яких поєднує речовини однакової ознаки дії, їх називають ознакою шкідливості. Ті ж самі речовини при різних концентраціях можуть виявляти різні ознаки шкідливості.

Ознака шкідливості, що виявляється при найменшій концентрації речовини, називають ознакою шкідливості, що лімітує (ЛОШ). У водних об'єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три ЛОШ – органолептичний, загально-санітарний і санітарно-токсикологічний. У водних об'єктах рибогосподарського водокористування, крім названих, виділяють ще два ЛОШ – токсикологічний і рибогосподарський.

При оцінці якості води враховується принцип адитивності – односпрямованої дії. Відповідно до цього принципу належність декількох речовин до тої самої ЛОШ виявляється в підсумовуванні їхнього негативного впливу.

Тому для показників, що нормуються за однаковою лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ) речовин у воді, $C_{ГДС}$ вибирається так, щоб для кожної ЛОШ, визначеної нормативними вимогами до якості води, виконувалось співвідношення:

$$\sum_{i=1}^L \frac{C_i^k}{ГДК_i} \leq 1; \quad (1.7)$$

де C_i^k - концентрація забруднюючої речовини i у водному об'єкті в контрольному створі k ;

$ГДК_i$ - гранично допустима концентрація речовини i ;

L – кількість речовин з даною ЛОШ.

2. Методика розрахунку концентрацій речовин у контрольному створі й допустимих концентраціях речовин у стічних водах

Розрахунок концентрацій нормованих речовин у контрольному створі провадиться по формулі:

$$C_{КС} = (C_{ФАКТ} - C_{Ф})/N_L + C_{Ф}, \quad (2.1)$$

де $C_{КС}$ – концентрації нормованих речовин у контрольному створі, $C_{ФАКТ}$ – фактичні концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, $C_{Ф}$ – фонові концентрації нормованих речовин у водному об'єкті у створі вище випуску стічних вод, N_L – кратність розведення.

Відповідно до «Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» для комунальних споруджень повного біологічного очищення стічних вод для всіх речовин повинні виконуватися нормативні вимоги. якщо скидання стічних вод проводиться за межами населеного пункту, концентрації речовин у контрольному створі не повинні перевищувати гранично припустимих концентрацій ($C_{ГДК}$) для водойм відповідного господарського призначення. Отже, у контрольному створі повинне виконуватися співвідношення:

$$C_{КС}/C_{ГДК} \leq 1. \quad (2.2)$$

Для річок і внутрішніх водойм контрольний створ призначається на відстані не більше 500 м від місця випуску; для морів - на відстані не більше 250 м від випуску. Якщо випуск стічних вод розташований у межах населеного пункту, співвідношення (2.2) повинне виконуватися безпосередньо поблизу скидання стічних вод.

Величина розрахункової припустимої концентрації $C_{СТ}$ нормованої речовини в стічних водах при їхньому скиданні у водний об'єкт із урахуванням ступеня розведення й змішання у випадку, коли $C_{Ф} < C_{ПДК}$, розраховується по формулі:

$$\tilde{N}\tilde{O} = N_L (C_{\tilde{A}\tilde{E}} - \tilde{N}\tilde{O}) + \tilde{N}\tilde{O}, \quad (2.3)$$

Якщо фонові концентрації перевищують $C_{ГДК}$, допустима концентрація встановлюється на рівні $C_{ГДК}$.

Для показників зважених речовин, БСК₅ і ХСК допустимі концентрації у випадку комунальних споруджень повного біологічного очищення стічних вод допустимі концентрації в стічних водах встановлюються, виходячи з наступних вимог: для зважених речовин і БСК₅ – не більше 15 мг/дм³; для ХСК – не більше 80 мг/дм³.

Величина кратності загального розбавлення (N_L) у формулах (2.1) і (2.3) визначається відповідно до наведеного нижче методичі.

2.1 Методика розрахунку розведення при випуску стічних вод у водний об'єкт

(Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти і з зворотними водами. - Харків, 1994. - 79 с.)

Найбільш важливою характеристикою локального впливу випуску стічних вод на якість поверхневих вод є кратність розведення N_L . Кратність розведення N_L визначається конструктивними характеристиками випуску стічних вод і гідрологічних умов району розміщення випуску. При витоку стічних вод з випуску однієї або декількох затоплених струменями їхнє перемішування з поверхневими водами на порівняно короткій ділянці, називаній зоною початкового розведення, відбувається під дією сил інерції й плавучості. Після виходу стічних вод із зони початкового розведення їхнє подальше перемішування з поверхневими водами здійснюється турбулентними пульсаціями плинів на ділянці, що називається зоною основного розведення.

Кратність N_L , визначається по формулі:

$$N_L = N_H * N_O, \quad (2.4)$$

де N_H – кратність розведення стічних вод у зоні початкового розведення (кратність початкового розведення); N_O – кратність розведення стічних вод у зоні основного розведення (кратність основного розведення).

Розрахунок кратності початкового розведення виконується по методу Н.Н.Лапшева (див. Інструкцію...) для напірних зосереджених і випусків, що розсіюють, при швидкості витоку стічної води з випускного отвору $v_{ст} > 2$ м/с, але не менш чим при 4-х кратному перевищенні $v_{ст}$ швидкості плин ріки U_m . У протилежному випадку кратність початкового розведення приймається рівної 1.

Швидкість витоку стічної води з випускного отвору $v_{ст}$ обчислюється по формулі:

$$v_{ст} = \frac{4q}{\pi d_0^2}, \quad (2.5)$$

де q – витрата стічних вод, м³/сек.; π – число випускних отворів; $\pi \approx 3,14$.

У зв'язку з тим, що скидання поворотних вод КП "Міський водоканал" здійснюється в широкій частині р. Дніпро, вплив правого берега ріки на процес поширення й перемішування зворотних вод відсутній. Тому розрахунок кратності основного розведення проводиться по алгоритму, використовуваному при розрахунках ПДС для водоймищ і озер (див. п.1.3 Інструкції...).

Розрахунок кратності основного розведення проводиться по формулі:

$$N_o = \frac{\Phi(z_1)}{j_0 z_2}, \quad (2.6)$$

де

$$z_1 = \frac{l + x_0}{x^* + x_0}, \quad (2.7)$$

$$z_2 = \frac{q^* N_H^* (D_B)^{1/2}}{U_M^* H_{cp}^2 (D_\Gamma)^{1/2}}, \quad (2.8)$$

$$\Phi(z_1) = \begin{cases} z_1, & \text{при } z_1 \leq 1; \\ (z_1)^{1/2}, & \text{при } z_1 > 1; \end{cases} \quad (2.9)$$

$$x_0 = \begin{cases} z_2^2 x^* - l_H, & \text{если } z_2 > 1; \\ z_2 x^* - l_H, & \text{если } z_2 < 1; \end{cases} \quad (2.10)$$

$$x^* = \frac{U_M H_{cp}^2}{4\pi D}, \quad (2.11)$$

де l – відстань від випуску до найближчої границі району водокористування (контрольного створу), м; x_0 і x^* – параметри сполучення ділянок розведення м; U_M – швидкість плину ріки в районі випуску, м/сек.; D_B і D_Γ – відповідно коефіцієнти вертикальної й горизонтальної турбулентної дифузії, м²/сек.; H – середня глибина в місці випуску, м; l_H – довжина початкової ділянки розведення, м; j_0 – параметр, що враховує вплив берега на кратність основного розведення; l_0 – відстань випуску від берега, м.

При більших відстанях випусків від берега j_0 можна прийняти рівним 1.

Коефіцієнти турбулентної дифузії: $D_B = D_\Gamma = D$. Величина D визначається по формулі:

$$D = gVR / (37n_{ш} C^2), \quad (2.12)$$

де $g = 9,81$ м/с² – прискорення вільного падіння; V – середня швидкість плину ріки, м/с; R – гідравлічний радіус потоку, м ($R \cong H$, де H – середня глибина ріки, м); $n_{ш}$ – коефіцієнт шорсткості ложа ріки; C – коефіцієнт Шезі, $\sqrt{m}/c$, при $R > 5$ м обумовлений формулою В.Г.Толмазі:

$$C = \frac{1}{n_{ш}} + (21 - 100n_{ш}) \lg R. \quad (2.13)$$

Довжина початкової ділянки розведення розраховується по формулі:

$$l_n = \frac{d - d_0}{0,48(1 - 3,12 \frac{U_m}{v_{ст}})}, \quad (2.14)$$

де d_0 - діаметр випускного отвору, м;

d - діаметр забрудненого струменя, м:

$$d = \frac{1,972d_0}{\left[(1-m) * \Delta v^2 / 1,92 + m * \Delta v\right]^{1/2}}, \quad (2.15)$$

де $\Delta v = 0,15(v_{ст} - U_m), \quad m = \frac{U_m}{v_{ст}},$

Якщо $d > H$, де H – глибина водойми, м, то приймаємо $d = H$.

3. Практичне завдання. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин у контрольному створі й визначення відповідності характеристик скидання стічних вод нормативним вимогам

Для випуску стічних вод підприємства КП «Міський Водоканал» м.Нова Каховка в р. Дніпро потрібно виконати наступні розрахунки:

1. Оцінити концентрації речовин, що скидаються в р. Дніпро зі стічними водами, у контрольному створі (попередньо необхідно розрахувати загальну кратність розведення стічних вод у контрольному створі).
2. Визначити для кожної з речовин, що скидаються, чи виконуються нормативні вимоги.

У випадку невиконання нормативних вимог розрахувати для даної речовини допустиму концентрацію в стічних водах.

Для тих речовин, по яких концентрації нормованих речовин у контрольному створі в результаті впливу стічних вод КП «Міський водоканал» перевищують гранично допустимі, необхідно розрахувати допустимі концентрації стічних вод $C_{ст}$.

Вихідні дані для розрахунку кратності розведення стічних вод

Параметри	Умовне позначення	Одиниці виміру	Величина
Загальний витрата стічних вод	Q	м ³ /година	1041,7
Кількість випускних отворів	n	—	1
Діаметр випускного отвору	d₀	м	0,53
Щільність стічних вод	P_{ст}	т/м ³	0,999
Щільність поверхневих вод	P_w	т/м ³	0,999
Глибина річки в місці випуску	H	м	6
Відстань від оголовка до поверхні води	H_в	м	6,2
Швидкість плину річки в районі випуску	U_м	м/с	0,1

Параметри	Умовне позначення	Одиниці виміру	Величина
Відстань від випуску до контрольного створу	l	м	500
Відстань випуску від берега	l₀	м	450
Коефіцієнт шорсткості ложа річки	n_ш	—	0,03

Порядок розрахунку кратності розведення стічних вод

1. Розраховуємо швидкість витoku стічної води з випускного отвору **v_{ст}** обчислюється за формулою (2.5):

$$v_{ст} = \frac{4q}{n\pi d_0^2},$$

де **q** – витрата стічних вод, м³/сек.; **q** = 1041,7 / 3600 = 0,2894

n – число випускних отворів; **n** = 1

π ≅ 3,14.

d₀ – діаметр випускного отвору - 0,53 м;

$$v_{ст} = \frac{4 \times 0,2894}{3,14 \times 0,53^2}, = 1,31.$$

2. Розраховуємо **C** – коефіцієнт Шезі, $\sqrt{м/с}$, при **R** > 5 м за формулою В.Г.Толмазі (2.13)

$$C = \frac{1}{n_{ш}} + (21 - 100n_{ш}) \lg R.$$

де **n_ш** - коефіцієнт шорсткості ложа річки, - 0,03

R – гідравлічний радіус потоку, м (**R** ≅ **H**, де **H** – середня глибина ріки, 6 м

$$\tilde{N} = \frac{1}{0,03} + (21 - 100 \times 0,03) \lg 6 = 47,34$$

3. Розраховуємо коефіцієнти турбулентної дифузії: **D_в** = **D_г** = **D**. Величина **D** визначається по формулі (2.12):

$$D = gVR / (37n_{ш}C^2),$$

де **V** - Швидкість плину річки в районі випуску = 0,1 м/с

$$D = 9,81 \times 0,1 \times 6 / (37 \times 0,03 \times 47,34^2), = 0,00237$$

4. Розраховуємо **x*** – параметр сполучення ділянок розведення (м) за формулою (2.11):

$$x^* = \frac{U_{cp} H_{cp}^2}{4\pi D},$$

$$x^* = \frac{0,1 \times 6^2}{4 \times 3,14 \times 0,00237} = 121,07$$

5. Розраховуємо **m** за формулою:

$$m = \frac{U_m}{v_{ст}},$$

$$m = \frac{0,1}{1,31} = 0,076$$

6. Розраховуємо Δv за формулою:

$$\Delta v = 0,15(v_{ст} - U_m),$$

$$\Delta v = 0,15 \times (1,31 - 0,1) = 0,18$$

7. Розраховуємо d - діаметр забрудненого струменя (м) за формулою (2.15)

$$d = \frac{1,972d_0}{[(1-m) * \Delta v^2 / 1,92 + m * \Delta v]^{1/2}},$$

$$d = \frac{1,972 \times 0,53}{[(1 - 0,076) * 0,18^2 / 1,92 + 0,076 * 0,18]^{1/2}} = 6,06$$

8. Розраховуємо довжину початкової ділянки розведення розраховується по формулі (2.14):

$$l_n = \frac{d - d_0}{0,48(1 - 3,12 \frac{U_m}{v_{ст}})},$$

$$l_I = \frac{6 - 0,53}{0,48(1 - 3,12 \times 0,076)} = 15$$

9. Розраховуємо Z_2 за формулою (2.8)

$$z_2 = \frac{q * N_H * (D_B)^{1/2}}{U_m * H_{cp}^2 * (D_r)^{1/2}},$$

$$z_2 = \frac{0,2894 * 1 * (0,00237)^{1/2}}{0,1 * 6^2 * (0,00237)^{1/2}} = 0,0804$$

10. Розраховуємо x_0 - параметр сполучення ділянок розведення (м) за формулою (2.10):

$$x_0 = \begin{cases} z_2^2 x * l_H, & \text{если } z_2 > 1; \\ z_2 x * l_H, & \text{если } z_2 < 1; \end{cases}$$

$$X_0 = 0,0804 * 121,07 - 15 = -5,22$$

11. Розраховуємо Z_1 за формулою (2.7)

$$z_1 = \frac{l + x_0}{x^* + x_0}$$

$$z_1 = \frac{500 - 5,22}{121,07 - 5,22} = 4,27$$

12. Розраховуємо $\Phi(Z_1)$ за формулою (2.9)

$$\Phi(z_1) = \begin{cases} z_1, & \text{при } z_1 \leq 1; \\ (z_1)^{1/2}, & \text{при } z_1 > 1; \end{cases}$$

$$\Phi(z_1) = \begin{cases} z_1, & \text{якщо } z_1 \leq 1; \\ (4,27)^{1/2}, & \text{якщо } z_1 > 1; \end{cases} = 2,07$$

13. Розраховуємо відношення $d/d_0 = 6/0,53 = 11,32$

14. Розраховуємо кратність основного розведення проводиться по формулі (2.6)

$$N_o = \frac{\Phi(z_1)}{j_0 z_2},$$

$$N_o = \frac{2,07}{1 \times 0,0804} = 25,71$$

15. Розраховуємо кратність розведення N_L , визначається по формулі (2.4)

$$N_L = N_H * N_o,$$

де N_H – кратність розведення стічних вод у зоні початкового розведення (кратність початкового розведення) = 1; N_o – кратність розведення стічних вод у зоні основного розведення (кратність основного розведення) = 25,71

$$N_L = 1 * 25,71 = 25,71$$

16. Розраховуємо концентрації нормованих речовин у контрольному створі проводиться по формулі (2.1):

$$C_{KC} = (C_{ФАКТ} - C_{Ф})/N_L + C_{Ф},$$

де C_{KC} – концентрації нормованих речовин у контрольному створі, $C_{ФАКТ}$ – фактичні концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, $C_{Ф}$ – фонові концентрації нормованих речовин у водному об'єкті у створі вище випуску стічних вод, N_L – кратність розведення.

Вихідні дані для розрахунку концентрацій у контрольному створі

п/п	Найменування інгредієнта	Фактичні концентрації, мг/л	Фонові концентрації, мг/л	Гранично допустимі концентрації, мг/л	
				рибогосподарські	комунально-побутові
1.	Нафтопродукти	0,35	0,011	0,05	0,3
2.	СПАР	0,1	0,016	0,1	0,5
3.	Сульфати	157	45,7	100	500
4.	Хлориди	256	36,8	300	350
5.	Фосфати	3,9	0,156	0,17	3,5
6.	Нітрити	1,01	0,007	0,08	3,3
7.	Нітрати	48	0,22	40	45
8.	Азот амонійний	15,9	0,23	0,39	2
9.	Зважені речовини	15	1,63	1,88	1,88
10.	БСК ₅	15	2,9	2,26	4,51
11.	ХСК	80	25,3	–	30
12.	Залізо	0,1	0,1	0,1	0,3
13.	Мідь	0,018	0,002	0,0024	1
14.	Цинк	0,01	0,029	0,01	1
15.	Мінералізація	1100	351	–	1000
16.	Хром (Cr +6)	0,001	0,003	0,001	0,05

Підготував доцент кафедри ОПтаТЕБ

О.В. Рибалова