

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проектування
з дисципліни

**"Нормування антропогенного навантаження на
навколишнє середовище"**

Одеса-2012

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проектування
з дисципліни

"Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище"

Затверджено
методичною комісією
еколого-економічного ф-ту
протокол № 1
від «3» 09 2012 р.

Одеса-2012

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
1 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ ЗА ТЕМОЮ «АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ ПІДПРИЄМСТВА»	6
1.1 Порядок виконання курсового проекту	6
1.2 Методика розрахунку концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі	7
1.2.1 Встановлення зони впливу джерел	17
1.2.2 Встановлення та корегування санітарно-захисної зони	17
1.2.3 Приклад розрахунку	20
2 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ ЗА ТЕМОЮ «НОРМУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ СКИДІВ У ВОДОТОКИ»	26
2.1 Порядок виконання курсового проекту	26
2.2 Методика проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод суші	27
2.2.1 Порядок екологічної оцінки якості вод	27
2.2.2 Приклад розрахунку	29
2.3 Методика розрахунку гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водотоки	30
2.3.1 Методична і організаційна основи встановлення ГДС речовин	30
2.3.2 Підготовка вихідних даних і визначення розрахункових умов ...	31
2.3.3 Порядок розрахунку ГДС	32
2.3.4 Приклад розрахунку	39
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	47
ДОДАТКИ	48

ПЕРЕДМОВА

Курсовий проект можна виконати за однією із двох типових тем. Перша тема курсового проекту присвячена оцінці забруднення атмосферного повітря шкідливими домішками, а друга - нормуванню гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водотоки.

Основною задачею курсового проекту є отримання практичного досвіду самостійного рішення інженерних задач у галузі охорони навколишнього природного середовища з використанням сучасних методик.

Для виконання курсового проекту необхідно:

- ознайомитися з теоретичною частиною методичних вказівок та конспекту лекцій з даної дисципліни [1];
- провести розрахунки з використанням методик, які наведені у теоретичній частині методичних вказівок. Результати проведених розрахунків, перед проведенням їх аналізу, надають для перевірки викладачу – керівнику курсового проекту;
- виконати аналіз одержаних результатів.

Оформити курсовий проект можна з використанням комп'ютерної техніки або у рукописному вигляді (чорною пастою, розбірливим почерком). Текст розміщується на одному боці аркуша формату А4 (210x297мм) білого паперу, з полуторним міжрядковим інтервалом; 14 шрифт, Times New Roman. Текст роботи слід друкувати (писати), додержуючись полів від краю паперу таких розмірів: верхній і нижній – 20 мм, лівий – 30 мм, правий – 10 мм. Обсяг курсового проекту повинен бути не менше 20 сторінок друкованого тексту. Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути однаково чорними впродовж усієї роботи. Робота має бути написана українською мовою або російською, якщо студент - громадянин іншої країни.

Ілюстрації та таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, таблиць наведених у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою. Ілюстрації повинні мати назву, яку розміщують під ними. Рисунок позначається словом "Рис.....", яке разом з назвою розміщують по центру ілюстрації. Цифровий матеріал оформлюють у вигляді таблиць, нумерація яких аналогічна нумерації рисунків. Назва таблиці розміщується зверху її.

Формули розташовують посередині рядка. Відстань між формулою і текстом повинна дорівнювати одному рядку.

Формули слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули у цьому розділі, відокремлених крапкою. Номер формули зазначають на рівні формули в круглих дужках у крайньому правому

положенні на рядку. Пояснення значень символів і при необхідності числових коефіцієнтів, що входять до формули, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Пояснення кожного символу або числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом "де" без двокрапки. Пояснення окремих символів відокремлюються крапкою з комою.

Посилання на літературні джерела наводять після їх використання за текстом у квадратних дужках.

Відповідно оформлений курсовий проект у встановлені навчальним планом строки надається керівнику на перевірку. Керівник за умови відсутності грубих помилок та зауважень оцінює першу та другу складову загального оцінювання та допускає студента до захисту курсового проекту.

Максимальна оцінка курсового проекту складає 50 балів. До загального балу оцінювання входить:

- відповідність оформлення курсового проекту встановленим вимогам - 5 балів;
- повнота розкриття теми курсового проекту та правильність розрахунків - 20 балів;
- захист курсового проекту - 25 балів.

Захист проводиться комісією, яку назначає завідувач кафедри. Комісія оцінює захист та виставляє інтегральну оцінку за курсовий проект.

1 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ ЗА ТЕМОЮ «АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ВИКИДАМИ ПІДПРИЄМСТВА»

Виконання курсового проекту за розділом «Атмосфера» здійснюється за типовою темою: «Аналіз забруднення атмосфери викидами i -го підприємства j -тою шкідливою речовиною». Шкідлива речовина j і підприємство i визначається варіантом пакету початкової інформації, запропонованим у додатку А.1

1.1 Порядок виконання курсового проекту

Курсовий проект складається з вступу, 3-х розділів, висновку і переліку посилань, які були зроблені у текстовій частині роботи. Зразок змісту проекту надано у додатку Б.1

У вступі стисло описується актуальність теми курсового проекту. Вказується мета і зміст проекту.

У першому розділі у реферативній формі, використовуючи джерела навчальної та наукової літератури, розкривається проблема антропогенного забруднення атмосферного повітря і шляхи його зменшення.

У другому розділі надається методика визначення основних характеристик забруднення приземного шару атмосфери шкідливими домішками, які містяться у викидах промислових підприємств.

Третій розділ – результати чисельного експерименту і аналіз забруднення атмосферного повітря за результатами проведених розрахунків.

Цей розділ складається з трьох підрозділів. У підрозділі 3.1 описується характеристики забруднюючої речовини (хімічна і фізична), природа її утворення, властивості, вплив її на навколишнє природне середовище.

У підрозділі 3.2 характеризують джерела викидів підприємства, наводиться таблиця з технічними і технологічними характеристиками за встановленою формою (додаток В).

У підрозділі 3.3 надається порядок виконання розрахунків з посиланням на відповідні формули: максимальна концентрація C_m ; точка в якій буде відмічатися ця концентрація X_m , небезпечна швидкість вітру U_m , концентрації шкідливої речовини розраховані на відстанях $X=50, 100, 300, 500, 1000$ і 3000 м від джерела по осі факела; концентрації розраховані уперек осі факела на відстанях $y=5, 10, 15$ м. Всі розраховані характеристики повинні бути оформлені у вигляді таблиці, куди зводяться результати по всіх джерелах (форма таблиці надається у додатку Г). Розподіл концентрації домішки (ось y) по осі факелу (ось x) надається у

вигляді рисунка з нанесенням на ньому всіх отриманих значень концентрацій – C_m , C_x та відмічається точка X_m .

Також наводяться результати встановлення зони впливу джерел підприємства і санітарно-захисної зони у табличному виді та відображаються на рисунках.

У підрозділі 3.4 на основі отриманих результатів розрахунків і рисунків проводиться аналіз забруднення повітря викидами джерел.

При проведенні аналізу необхідно:

- проаналізувати джерела викидів за їх технічними та технологічними характеристиками;
- провести порівняльний аналіз характеристик забруднення атмосферного повітря, які були отримані в результаті розрахунків для окремих джерел, а саме, порівняти значення C_m , x_m , u_m між всіма джерелами. Зробити висновок за рахунок яких параметрів джерел викидів вони відрізняються;
- провести порівняльний аналіз просторового розповсюдження концентрації у приземному шарі атмосфери від окремих джерел. Надати висновок за рахунок чого це розповсюдження відрізняється;
- провести порівняльний аналіз встановлених радіусів зони впливу джерел. Зробити висновок щодо ситуації їх накладання та надати пояснення щодо їх значень; проаналізувати отримані результати при коректуванні розмірів санітарно-захисної зони підприємства. Надати пояснення щодо фактичної розрахованої санітарно-захисної зони;
- провести порівняльний аналіз розрахованої характеристики забруднення атмосферного повітря C_m з відповідним значенням граничнодопустимої максимально разової концентрації забруднюючої речовини. Зробити висновок щодо стану забруднення атмосферного повітря. При необхідності надати рекомендації щодо зменшення впливу викидів забруднюючих речовин джерел підприємства.

У висновках стисло викладаються основні результати проведеного аналізу.

1.2 Методика розрахунку концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі

Ступінь небезпеки забруднення атмосферного повітря характеризується значенням найбільшої концентрації, яка утворюється при несприятливих метеорологічних умовах, зокрема «небезпечній» швидкості вітру.

Забруднення атмосферного повітря виникає від організованих (труба, шахта, аераційні ліхтарі будівель) та неорганізованих (склади сировини, відходи, кар'єри, міста загрузки або розгрузки, транспортні майстерні і т.п.) джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу.

В свою чергу організовані промислові джерела викидів можуть бути:

- стаціонарні і нестаціонарні;
- одиночні, групові, площадні, точкові, лінійні.

Площадні джерела бувають двох типів:

– перший тип – викид здійснюється рівномірно зі всієї відкритої поверхні джерела, наприклад, дзеркало ставка відстійника;

– другий тип – викид здійснюється з відкритих джерел, які розташовані рівномірно на деякій площі; характеристики окремих джерел співпадають. Прикладом такого джерела може бути дихальний клапан, який встановлен на резервуарах вантажного залізничного парку.

Джерела залежно від висоти H їх гирла над рівнем земної поверхні належать до одного з чотирьох класів:

- високі джерела - $H \geq 50$ м;
- джерела середньої висоти - $10 < H < 50$ м;
- низькі джерела - $2 < H \leq 10$ м;
- наземні джерела - $H \leq 2$ м.

Максимальне значення приземної концентрація шкідливої речовини C_m (мг/м³) при викиді газоповітряної суміші з одиночного гарячого точкового джерела з круглим гирлом, у разі несприятливих метеорологічних умов для розсіювання домішок, досягається на відстані x_m від джерела і визначається за формулою:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot t \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (1.1)$$

де A – коефіцієнт, який враховує несприятливі умови вертикального й горизонтального турбулентного змішування, тобто термодинамічні умови стану атмосфери. Цей коефіцієнт характеризує метеорологічні умови розсіювання домішок в відповідних географічних районах і змінюється від 250 (в районах Середньої Азії та Забайкалля) до 140 (у центрі європейської частини СНД).

Для території України для джерел висотою менше 200 м, розміщених в зоні від 50° до 52° півн.ш. коефіцієнт, при якому спостерігаються найбільші значення максимальної концентрації (C_m) дорівнює 180; південніше 50° півн.ш. – 200;

M – маса шкідливої речовини, яка викидається в атмосферу за одиницю часу (г/с);

F – безрозмірний коефіцієнт, який враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосферному повітрі, тобто враховує ефект зміни дисперсного складу пилу в результаті очистки викидів. Значення безрозмірного коефіцієнта F беруть:

а) для газоподібних шкідливих речовин і дрібнодисперсних аерозолів (пилу, золи і тому подібних, швидкість упорядкованого осідання яких рівна нулю) – 1;

б) для дрібнодисперсних аерозолів (окрім вказаних вище) при середньому експлуатаційному коефіцієнті очищення викидів не менше 90 % -2; від 75-90 % - 2,5; менше 75 % і у разі відсутності очищення – 3;

m і n – коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

H – висота джерела викиду над рівнем землі, (м) (для наземних джерел в розрахунках беруть $H = 2\text{м}$);

η – безрозмірний коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості на концентрацію домішки, у випадку рівної або слабкопересіченої місцевості з перепадом висот, які не перевищують 50 м на 1 км, $\eta=1$. В інших випадках поправка на рельєф встановлюється на підставі картографічного матеріалу, що висвітлює рельєф місцевості в радіусі п'ятдесяти висот труб від джерела, але не менше 2 км.

ΔT ($^{\circ}\text{C}$) – різниця між температурою газоповітряної суміші T_2 , яка викидається, і температурою навколишнього повітря T_n . При визначенні значення ΔT слід брати температуру навколишнього атмосферного повітря T_n , яка дорівнює середній максимальній температурі зовнішнього повітря найжаркішого місяця року, а температуру газоповітряної суміші T_2 , яка викидається в атмосферу (за діючими для даного підприємства технологічними нормативами). Для ТЕЦ та котельних, які працюють за опалювальним графіком, допускається при розрахунках брати значення T_n , яке дорівнює середнім температурам зовнішнього повітря за найхолодніший місяць року;

V_1 – витрата газоповітряної суміші, ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_o, \quad (1.2)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, (м);

ω_o – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, ($\text{м}/\text{с}$).

Потужність викиду M ($\text{г}/\text{с}$) і витрата газоповітряної суміші V_1 ($\text{м}^3/\text{с}$) при проектуванні підприємств визначаються розрахунками в технологічній частині проекту або приймаються відповідно до діючих на підприємстві нормативів. У розрахунку беруть співвідношення M і V_1 , яке реально спостерігається протягом року на встановлених (звичних) умовах експлуатації підприємства, при яких досягається максимальне значення S_m .

Безрозмірний коефіцієнт m залежить від параметра f , який включає середню швидкість виходу димових газів з отвору труб (ω_o), їх перегрів по відношенню до навколишнього повітря, висоти та діаметра труб

$$f = 1000 \frac{\omega_o^2 D}{H^2 \Delta T}, \quad (1.3)$$

$$f_e = 800 (v'_m)^3. \quad (1.4)$$

Коефіцієнт m визначають залежно від параметра f за допомогою графіка, який міститься у методиці ЗНД-86 або за формулами (1.5)-(1.6). Якщо $f < 100$:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (1.5)$$

у випадку, коли $f \geq 100$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}. \quad (1.6)$$

Для $f_e < f < 100$ значення коефіцієнта m розраховується при $f = f_e$.

Безрозмірний коефіцієнт n визначається в залежності від значення параметра v_m при $f < 100$ та v'_m при $f \geq 100$. Параметри v_m і v'_m мають розмірність г/с, їх можна знайти за допомогою формул:

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}, \quad (1.7)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_o D}{H}. \quad (1.8)$$

Коефіцієнт n знаходять за формулами:

$$n = 1 \quad \text{при} \quad v_m \geq 2, \quad (1.9)$$

$$n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13 \quad \text{при} \quad 0,5 \leq v_m < 2, \quad (1.10)$$

$$n = 4,4 v_m \quad \text{при} \quad v_m < 0,5. \quad (1.11)$$

При визначенні коефіцієнта n при умовах $f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$ в формулах (1.9-1.11) замість значення параметра v_m береться значення параметра v'_m .

Для випадку коли $f \geq 100$ (або $\Delta T \approx 0$) і $v'_m \geq 0,5$ (холодні викиди) в розрахунку C_m замість формули (1.1) використовується формула (1.12):

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} K, \quad (1.12)$$

де

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{7,1\sqrt{\omega_o V}}. \quad (1.13)$$

Аналогічно, якщо $f < 100$ і $v_m < 0,5$ або $f \geq 100$ і $v'_m < 0,5$ (випадок гранично малих небезпечних швидкостей вітру) визначення C_m замість (1.1) розраховується за формулою:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (1.14)$$

де

$$m' = 2,86m; \quad \text{при } f < 100, v_m < 0,5, \quad (1.15)$$

$$m' = 0,9 \quad \text{при } f \geq 100, v'_m < 0,5.$$

Аналіз формул (1.1) і (1.15) дозволяє зробити наступні висновки:

- забруднення повітря у районах джерел зменшується з збільшенням висоти джерела H . Для гарячих викидів ($f < 100$), даний ефект більше, ніж для холодних ($f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$);
- концентрація домішок зменшується зі скороченням кількості речовини M , що викидається. При цьому очистка викидів однаково ефективна як для холодних, так і для гарячих викидів (в обох випадках C_m прямопропорційно значенню M);
- концентрація шкідливих речовин в приземному шарі зменшується зі збільшенням об'єму викидів V_l і швидкості виходу димових газів ω_o . З формул (1.1) і (1.12) бачимо, що роль збільшення швидкості виходу газів в

зменшенні приземних концентрацій для холодних викидів більше, ніж для перегрітих;

- помітний вплив на концентрацію домішки у приземному шарі повітря може здійснювати температура атмосферного повітря. У випадку гарячих викидів приземна концентрація зменшується з ростом температури викидів і відповідно з ростом ΔT .

Розглянемо просторовий розподіл концентрації у районі джерела викидів.

Приземна концентрація C має найбільше значення вздовж осі x за напрямком середнього вітру і зменшується в поперечному напрямку – по осі y . У напрямку за вітром з видаленням від джерела викиду значення C біля землі спочатку зростають, а потім убувають.

Як було зазначено вище розрахункова максимальна концентрація C_m відзначається по напрямку вітру (уздовж осі x) у точці, що відстоїть від джерела на відстані x_m . Відстань x_m (м) від джерела викидів, на якій приземна концентрація C (мг/м³) за несприятливих метеорологічних умов і небезпечної швидкості вітру досягає максимального значення C_m , визначається за формулою:

$$x_m = \frac{5 - F}{4} \cdot H \cdot d . \quad (1.16)$$

Безрозмірний коефіцієнт d залежить головним чином від параметра v_m і знаходиться при $f < 100$ за формулами

$$d = 2,48(1 + 0,28\sqrt[3]{f_e}) \quad , \quad \text{при } v_m \leq 0,5, \quad (1.17)$$

$$d = 4,95 v_m (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad , \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2, \quad (1.18)$$

$$d = 7\sqrt{v_m} (1 + 0,28\sqrt[3]{f}) \quad , \quad \text{при } v_m > 2. \quad (1.19)$$

Якщо $f > 100$ або $\Delta T \approx 0$ значення d знаходиться за формулами

$$d = 5,7 \quad , \quad \text{при } v'_m \leq 0,5, \quad (1.20)$$

$$d = 11,4 v'_m \quad , \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2, \quad (1.21)$$

$$d = 16\sqrt{v'_m} \quad , \quad \text{при } v'_m > 2. \quad (1.22)$$

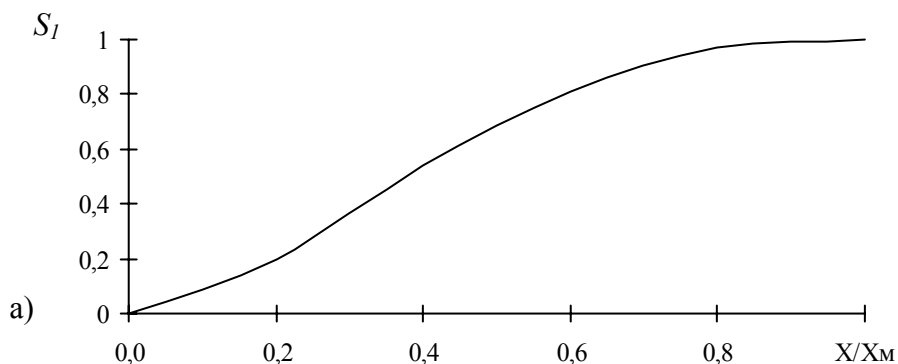
Коефіцієнт d малий, отже, при дуже слабких вітрах коли має місце максимальна концентрація домішок, мале x_m . Як видно з формули (1.16), x_m залежить також від коефіцієнта F , пов'язаного зі швидкістю осідання пилу зважених часток у повітрі. Для важких домішок x_m менше, чим для легких. Для гарячих викидів d близько 20. Це, означає, що максимальна концентрації домішки C_m спостерігається на відстані 20 висот труб від джерела. При здійсненні холодних викидів C_m найчастіше розташовуються на відстані 5-10 висот труб від джерела.

Визначення значення концентрації домішки C_x на будь-якій відстані від джерела вздовж факела (ось x) и поперек нього визначається за формулами (1.23), (1.127).

$$C_x = S_1 C_m \quad . \quad (1.23)$$

Залежність коефіцієнта S_1 від відстані (від величини x/x_m) показана на рис.1.16. З рисунку з урахуванням формули (1.23) випливає, що з видаленням від джерела концентрації домішок у приземному шарі повітря спочатку швидко зростають до відстані x_m , потім повільно зменшуються. У діапазоні відстані від джерела, близьких до x_m , концентрації мало залежать від x_m , особливо при $x > x_m$. Для гарячих викидів концентрації, що мало відрізняються від C_m , спостерігаються в інтервалі 10-40H. Істотно, що у зв'язку з повільним убуттям концентрацій при $x > x_m$ і на далеких відстанях від великих джерел (10-15 км і більш) концентрації шкідливих речовин у повітрі складають 0,2-0,3 C_m . Це особливо важливо в місті, де відбувається накладення викидів від багатьох джерел.

В районі низьких джерел ($H \leq 10$ м) на невеликих відстанях від них ($x < x_m$) розподілення концентрацій вздовж факела відрізняється від вказаних вище. Зменшується, а при $H=2$ м повністю зникає мінімум забруднення повітря у самого джерела (рис 1.1в). При $H=2$ м на відстані від джерела від 0 до x_m концентрації не змінюються і складають C_m .



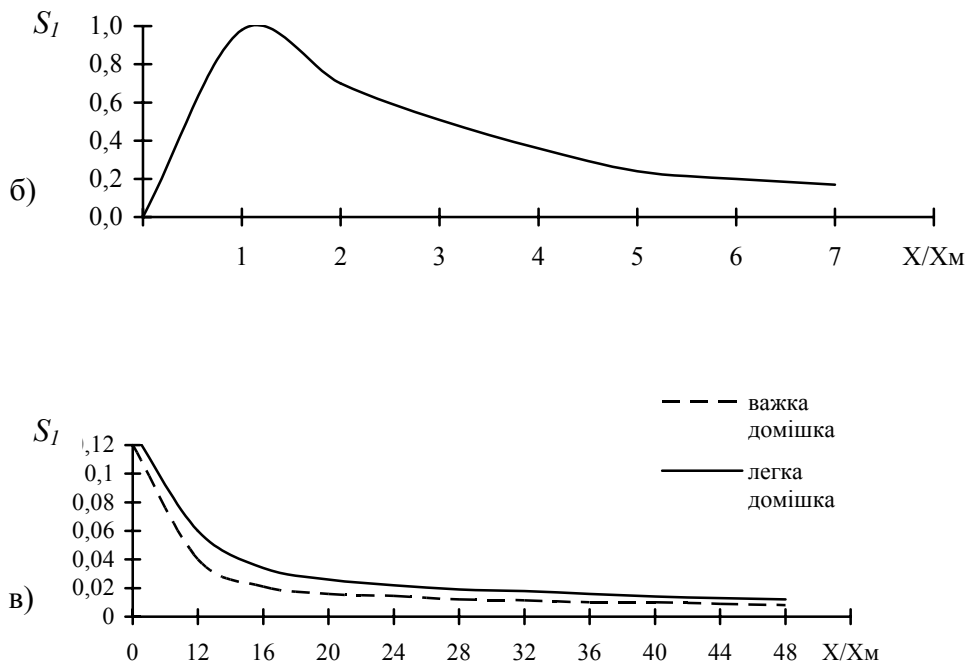


Рис.1.1 – Графік визначення безрозмірного коефіцієнта S_1 .

Коефіцієнт S_1 знаходиться або за допомогою графіка (рис.1.1), або розраховується за формулами (1.24-1.26).

$$S_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2, \quad \text{при } x/x_m \leq 1, \quad (1.24)$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1}, \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8, \quad (1.25)$$

$$S_1 = \frac{x/x_m}{3,58(x/x_m)^2 - 35,2(x/x_m) + 120}, \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ і } x/x_m > 8, \quad (1.26)$$

Для важкої домішки

$$S_1 = \frac{1}{0,1(x/x_m)^2 + 2,47(x/x_m) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ і } x/x_m > 8. \quad (1.27)$$

Концентрація домішок у приземному шарі повітря в напрямку поперек факела визначається з урахуванням коефіцієнта S_2 :

$$C_y = C_x S_2 = C_m S_1 S_2. \quad (1.28)$$

Коефіцієнт S_2 залежить як від y , так і від x , і розраховується за величиною x/y по значенню аргументу t_y , де:

$$t_y = \frac{uy^2}{x^2} \quad \text{при } u \leq 5, \quad (1.29)$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \quad \text{при } u > 5. \quad (1.30)$$

де u - швидкість вітру.

Коефіцієнт S_2 можна визначити за графіком (рис.1.2) або за формулою:

$$S_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2}. \quad (1.31)$$

При $y = 0$ $S_2 = 1$. При $y > 0$, S_2 збільшується зі зростанням x , тобто на великих відстанях від джерела концентрація домішок у поперечному факелу напрямку змінюється повільно. Зменшення концентрації з віддаленням від осі факела зменшується також з послабленням швидкості вітру.

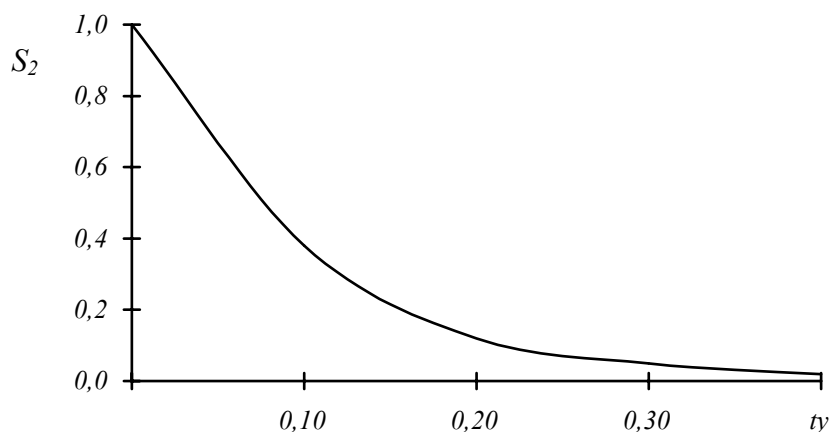


Рис.1.2 – Графік для визначення безрозмірного коефіцієнта S_2 .

Таким чином, потужні промислові об'єкти у змозі створювати на території міст великі області з підвищеним вмістом домішок у повітрі. Накладання таких областей від багатьох джерел значною мірою визначає поле забруднення повітря у місті. Розрахунок концентрації домішок, створених окремими джерелами, дозволяє оцінити внесок кожного джерела у формуванні рівня забруднення атмосферного повітря міста.

Ступінь забруднення повітря суттєво залежить від швидкості вітру. При фіксованій висоті джерела наземні концентрації збільшуються з зменшенням швидкості вітру. Разом з цим послаблення вітру веде до збільшення початкового підйому домішок, що сприяє зниженню наземної концентрації, тобто, вплив швидкості вітру на забруднення приземного шару атмосфери має складний характер, і для заданого джерела існує деяка небезпечна швидкість вітру, при якій спостерігаються максимальні концентрації домішок.

Небезпечна швидкість вітру u_m розраховується за формулами (1.32 - 1.34) і (1.35 – 1.37):

- для джерел гарячих викидів ($f < 100$):

$$u_m = 0,5 \quad , \quad \text{при } v_m \leq 0,5, \quad (1.32)$$

$$u_m = v_m \quad , \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2, \quad (1.33)$$

$$u_m = v_m (1 + 0,12 \sqrt{f}) \quad , \quad \text{при } v_m > 2. \quad (1.34)$$

- для джерел холодних викидів ($f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$)

$$u_m = 0,5 \quad , \quad \text{при } v'_m \leq 0,5, \quad (1.35)$$

$$u_m = v'_m \quad , \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2, \quad (1.36)$$

$$u_m = 2,2 v'_m \quad , \quad \text{при } v'_m > 2. \quad (1.37)$$

З співвідношень (1.32-1.34) і (1.35-1.37) бачимо, що небезпечна швидкість вітру u_m пропорційна величині V_m , яка розраховується за формулами (1.7-1.8) та залежить від параметрів викидів джерела. Вона збільшується з ростом перегріву вихідних газів відносно навколишнього повітря ΔT (для гарячих викидів) і швидкості їх виходу з отвору джерела ω_0 .

1.2.1 Встановлення зони впливу джерел

Для кожного джерела викиду забруючих речовин встановлюється радіус зони їх впливу. Згідно до вимог п.2.19 ЗНД 86 [1] радіус цієї зони приблизно оцінюється як найбільший з двох відстаней від джерела x_1 і x_2 . Відстань x_1 знаходиться як

$$x_1 = 10x_m, \quad (1.38)$$

де x_m знаходять за формулою (1.16). При цьому x_1 відповідає відстані, на якій концентрація C складає приблизно 5% від C_m , тобто $C < 0,05C_m$.

Величину x_2 визначають як відстань, починаючи з якої $C \leq 0,05ГДК$, де C_m і C розраховують за формулами (1.1) і (1.23). Значення x_2 можна знайти за графіком функції S_1 (рис.1.1) за максимумом, яке відповідає $S_1(x/x_m) = 0,05 ГДК / C_m$. У випадку коли $C_m \leq 0,05ГДК$ значення x_2 береться рівним 0.

За радіус зони впливу беруть відстань, яка дорівнює найбільшому із значень x_1 і x_2 .

Отже, під зоною впливу джерела розуміють зону, де концентрація інгредієнта, яка утворюється викидами джерела, перевищує $0,05ГДК_{mp}$ або $0,05C_m$.

1.2.2 Встановлення та корегування санітарно-захисної зони

Згідно вимог Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів (ДСП-173-96) [2] промислові, сільськогосподарські та інші об'єкти, що є джерелами забруднення навколишнього середовища хімічними, фізичними та біологічними факторами, при неможливості створення безвідходних технологій повинні відокремлюватись від житлової забудови санітарно-захисними зонами.

Санітарно-захисну зону слід встановлювати від джерел шкідливості до межі житлової забудови, ділянок громадських установ, будинків і споруд, в тому числі дитячих, навчальних, лікувально-профілактичних установ, закладів соціального забезпечення, спортивних споруд та ін., а також територій парків, садів, скверів та інших об'єктів зеленого будівництва загального користування, ділянок оздоровчих та фізкультурно-спортивних установ, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших, прирівняних до них об'єктів, в тому числі:

– для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами забруднення атмосферного повітря шкідливими, із неприємним запахом хімічними речовинами та біологічними факторами, безпосередньо від джерел забруднення атмосфери організованими викидами (через труби,

шахти) або неорганізованими викидами (через ліхтарі будівель, димлячи і паруючі поверхні технологічних установок та інших споруд, тощо), а також від місць розвантаження сировини, промпродуктів або відкритих складів;

– для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами шуму, ультразвуку, вібрації, статичної електрики, електромагнітних та іонізуючих випромінювань та інших шкідливих факторів – від будівель, споруд та майданчиків, де встановлено обладнання (агрегати, механізми), що створює ці шкідливості;

– для теплових електростанцій, промислових та опалювальних котелень – від димарів та місць зберігання і підготовки палива, джерел шуму;

– для санітарно-технічних споруд та установок комунального призначення, а також сільськогосподарських підприємств та об'єктів – від межі об'єкта.

На зовнішній межі санітарно-захисної зони, зверненої до житлової забудови, концентрації та рівні шкідливих факторів не повинні перевищувати їх гігієнічні нормативи (ГДК, ГДР), на межі курортно-рекреаційної зони – 0,8 від значення нормативу.

Територія санітарно-захисної зони не повинна розглядатись як резерв розширення підприємств, сільбищної території і прирівняних до них об'єктів.

Розміри санітарно-захисних зон для промислових підприємств та інших об'єктів, що є джерелами виробничих шкідливостей, слід встановлювати відповідно до діючих санітарних норм їх розміщення при підтвердженні достатності розмірів цих зон за ЗНД-86 [1], розрахунками рівнів шуму та електромагнітних випромінювань з урахуванням реальної санітарної ситуації (фонового забруднення, особливостей рельєфу, метеоумов, рози вітрів та ін.), а також даних лабораторних досліджень щодо аналогічних діючих підприємств та об'єктів.

Основою для встановлення санітарно-захисних зон є санітарна Класифікація підприємств, виробництв та об'єктів, що наведена у додатку 4 ДСП-173-96 [2].

Відповідно до санітарної класифікації підприємств, виробництв і об'єктів прийняті наступні нормативні розміри санітарно-захисних зон:

Клас безпеки підприємства	I		II	III	IV	V
	A	B				
Розмір зони, м	3000	1000	500	300	100	50

Розміри санітарно-захисної зони можуть бути зменшені, коли в результаті розрахунків та лабораторних досліджень, проведених для району розташування підприємств або іншого виробничого об'єкта, буде встановлено, що на межі житлової забудови та прирівняних до неї об'єктів

концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, рівні шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, статичної електрики не перевищуватимуть гігієнічні нормативи.

Нормативний розмір санітарно-захисної зони повинен перевірятися розрахунками забруднення атмосферного повітря відповідно до вимог методики ЗНД-86 [1], з урахуванням перспективи розвитку об'єкта та фактичного забруднення атмосферного повітря.

Так, визначення розміру санітарно-захисної зони зводиться до комплексного розрахунку розсіювання шкідливих речовин, що виділяються всіма джерелами (наземними, лінійними і точковими) з урахуванням сумації їх дії і наявності забруднень, що створюється сусідніми підприємствами і транспортом. Отримані по розрахунку розміри санітарно-захисної зони повинні уточнюватися в залежності від рози вітрів району розташування підприємства, по формулі:

$$l = L_o P / P_o, \quad \text{при } P > P_o, \quad (1.39)$$

де L_o – розрахунковий розмір ділянки місцевості у даному напрямку, де концентрація шкідливих речовин перевищує ГДК;

P – середньорічна повторюваність напрямів вітрів румба, що розглядається, %;

P_o – середня повторюваність напрямів вітрів одного румба при круговій розі вітрів. Наприклад, при розі вітрів, що має 8 румбів $P_o = 100/8 = 12,5\%$.

L_o можна знайти за допомогою графіка (рис.1.1). Для цього на графіку (рис.1.1) по вертикалі знаходять величину $S_1(x/x_m) = ГДК/C_m$. Проводиться паралельно осі x до кривої графіка за максимумом та з точки перетину спускається перпендикуляр на горизонтальну вісь x/x_m , отримане значення x/x_m помножується на x_m , у результаті чого визначається шукане значення L_o .

У напрямках вітру, для яких $P < P_o$, можна прийняти $l = L_o$. Але в будь-якому з розглянутих варіантів (при $P > P_o$ и $P < P_o$) розмір санітарно-захисної зони рекомендується брати не менше за встановлений за санітарною класифікацією.

У тих випадках, коли розрахунками не підтверджується розмір нормативної санітарно-захисної зони або неможлива її організація в конкретних умовах, необхідно приймати рішення про зміну технології виробництва, що передбачає зниження викидів шкідливих речовин в атмосферу, його перепрофілювання або закриття.

1.2.3 Приклад розрахунку

№ п/п	Характеристика, позначення	Одиниця	Значення
1	Число труб, N	шт.	1
2	Димова труба, Н	м	100
3	Діаметр гирла труби, D	м	1,4
4	Обсяг газоповітряної суміші, V_1	м ³ /с	10,8
5	Температура газоповітряної суміші, T_{Γ}	°С	125
6	Температура атмосферного повітря, T_{Π}	°С	25
7	Викид діоксид сірки, M_{SO_2}	г/с	12
8	Коефіцієнт, який відповідає несприятливим умовам, A	-	200
9	Безрозмірний коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості на концентрацію домішки, η	-	1
10	ГДК _{мр}	мг/м ³	0,5
11	Швидкість виходу газоповітряної суміші (1.2) $\omega_0 = \frac{4 \cdot 10,8}{\pi \cdot 1,4^2}$	м/с	7
12	Перегрів газоповітряної суміші, ΔT $\Delta T = T_{\Gamma} - T_{\Pi} = 125 - 25$	°С	100
13	Параметр f (1.3) $f = 1000 \frac{7^2 \cdot 1,4}{100^2 \cdot 100}$	-	0,07
14	Параметр v_m (1.7) $v_m = 0,653 \sqrt{\frac{10,8 \cdot 100}{100}}$	м/с	1,44
15	Параметр v'_m (1.8) $v'_m = 1,3 \cdot \frac{7 \cdot 1,4}{100}$	-	0,13
16	Параметр f_e (1.4) $f_e = 800 \cdot (0,13)^3$	-	1,7

17	Параметр m (1.5) $m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{0,07} + 0,34\sqrt[3]{0,07}}$	-	1,2
18	Параметр n (1.10) $n = 0,532 \cdot 1,44^2 - 2,13 \cdot 1,44 + 3,13$	-	1,17
19	Небезпечна швидкість вітру u_m (1.33) $u_m = v_m$	м/с	1,44
20	Параметр d (1.18) $d = 4,95 \cdot 1,44 \cdot (1 + 0,28\sqrt[3]{0,07})$	-	7,92
Розрахунок концентрації діоксиду сірки			
21	Максимальна концентрація SO ₂ (1.1) $C_m = \frac{200 \cdot 12 \cdot 1,17 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1}{100^2 \cdot \sqrt[3]{10,8 \cdot 100}}$	мг/м ³	0,033
22	Відстань x_m (1.16) $x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 100 \cdot 7,92$	м	792
23	Коефіцієнт S_l на відстані x (1.24-1.26) $x=50$ м, $x/x_m = 0,063$ $x=100$ м, $x/x_m = 0,126$ $x=300$ м, $x/x_m = 0,378$ $x=500$ м, $x/x_m = 0,631$ $x=1000$ м, $x/x_m = 1,262$ $x=3000$ м, $x/x_m = 3,788$	- - - - - -	0,022 0,080 0,488 0,854 0,936 0,394
24	Концентрація C^{SO_2} на відстані x (1.23) $x=50$ м, $c=0,033 \cdot 0,022$ $x=100$ м, $c=0,033 \cdot 0,080$ $x=300$ м, $c=0,033 \cdot 0,488$ $x=500$ м, $c=0,033 \cdot 0,854$ $x=1000$ м, $c=0,033 \cdot 0,936$ $x=3000$ м, $c=0,033 \cdot 0,394$	мг/м ³ мг/м ³ мг/м ³ мг/м ³ мг/м ³ мг/м ³	0,0007 0,0026 0,0159 0,0279 0,0306 0,0128

За отриманими результатами буде створено графік розповсюдження SO₂ вздовж осі x

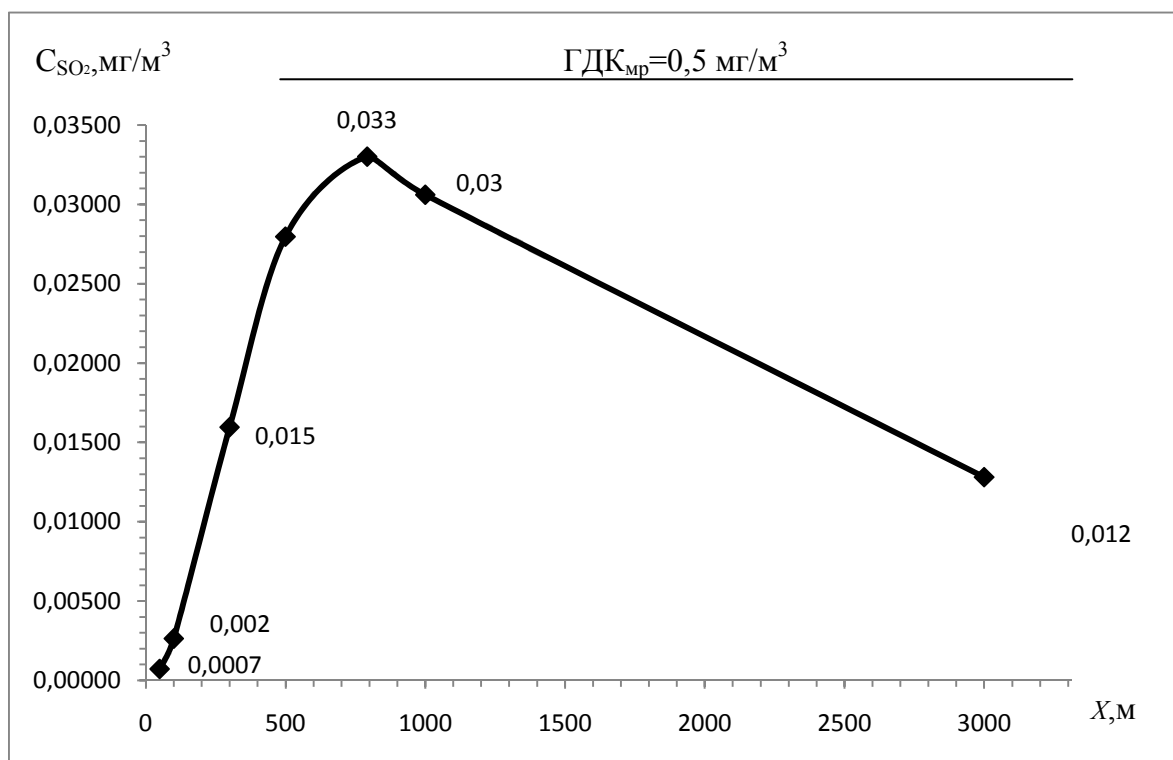


Рис.1.3 - Розповсюдження SO₂ вздовж осі x, за напрямком переносу.

25	Значення аргументу t_y (1.29)		
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 5^2}{50^2}$	-	0,0144
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 10^2}{50^2}$	-	0,0576
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 15^2}{50^2}$	-	0,1296
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 5^2}{100^2}$	-	0,0036
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 10^2}{100^2}$	-	0,0144
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 15^2}{100^2}$	-	0,0324
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 5^2}{300^2}$	-	0,0004

	$t_y = \frac{1,44 \cdot 10^2}{300^2}$	-	0,0016
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 15^2}{300^2}$	-	0,0036
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 5^2}{500^2}$	-	0,0001
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 10^2}{500^2}$	-	0,0006
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 15^2}{500^2}$	-	0,0012
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 5^2}{1000^2}$	-	0,000036
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 10^2}{1000^2}$	-	0,0001
	$t_y = \frac{1,44 \cdot 15^2}{1000^2}$	-	0,0003
26	Коефіцієнт S_2 на відстані y для x (1.31)		
	$x=50$ м, $y=5$ м	-	0,865
	$y=10$ м	-	0,561
	$y=15$ м	-	0,273
	$x=100$ м, $y=5$ м	-	0,964
	$y=10$ м	-	0,865
	$y=15$ м	-	0,723
	$x=300$ м, $y=5$ м	-	0,996
	$y=10$ м	-	0,984
	$y=15$ м	-	0,964
	$x=500$ м, $y=5$ м	-	0,998
	$y=10$ м	-	0,994
	$y=15$ м	-	0,987
	$x=1000$ м, $y=5$ м	-	0,999
	$y=10$ м	-	0,998
	$y=15$ м	-	0,996
27	Концентрація C^{SO_2} на відстані y для x (1.28)		
	$x=50$ м, $y=5$ м $c=0,02907 \cdot 0,80156$	мг/м ³	0,0006
	$y=10$ м $c=0,02907 \cdot 0,41275$	мг/м ³	0,0004
	$y=15$ м $c=0,02907 \cdot 0,13664$	мг/м ³	0,0002

	x=100 м, y=5м	c=0,12442·0,94623	мг/м ³	0,0025
	y=10м	c= 0,12442·0,80156	мг/м ³	0,0022
	y=15м	c= 0,12442·0,60784	мг/м ³	0,0019
	x=300 м, y=5м	c= 0,17967·0,99388	мг/м ³	0,0158
	y=10м	c= 0,17967·0,97574	мг/м ³	0,0156
	y=15м	c= 0,17967·0,94623	мг/м ³	0,0153
	x=500 м, y=5м	c= 0,17010·0,99779	мг/м ³	0,0279
	y=10м	c= 0,17010·0,99120	мг/м ³	0,0277
	y=15м	c= 0,17010·0,98030	мг/м ³	0,0275
	x=1000 м, y=5м	c= 0,04301·0,99945	мг/м ³	0,03059
	y=10м	c= 0,04301·0,99779	мг/м ³	0,03055
	y=15м	c= 0,04301·0,99504	мг/м ³	0,03050

Розрахунок зони впливу джерела

28	Величина x_1 (1.31) $x_1=10 \cdot 792$	м	7920
29	Величину x_2 можна знайти за графіком функції S_1 за максимумом (рис.1.1 б), яке відповідає $S_1(x/x_m) = 0,05 \cdot 0,5/0,033 = 0,76$ отримане значення x/x_m дорівнює 2 $x_2=2 \cdot 792$ За зону впливу приймається найбільше значення з x_1, x_2 - 7920 м	м	1584

Встановлення розмірів СЗЗ

30	Згідно з санітарною класифікацією підприємств, виробництв та об'єктів, що наведена у додатку 4 ДСП -173-96 [3], клас безпеки підприємства 1. Відповідно розмір СЗЗ - 1 000 м. Корегування СЗЗ відбувається тільки за тими напрямками, для яких значення $P > 12,5\%$. Скорегована СЗЗ (1.32), з урахуванням повторюваності напрямів вітрів за румбами, дорівнює Пн $P=18\%$ $l = 1000 \cdot 18/12,5$ ПнС $P=12\%$ С $P=10\%$ ПдС $P=8\%$ Пд $P=14\%$ $l = 1000 \cdot 14/12,5$ ПдЗ $P=11\%$ З $P=11\%$ ПнЗ $P=16\%$ $l = 1000 \cdot 16/12,5$	м м м м м м м м	1440 1000 1000 1000 1120 1000 1000 1280
----	--	--------------------------------------	--

Для побудови графіка у його центрі розташовується підприємство. Радіус розміру нормативної СЗЗ відкладається від центра (точка розташування підприємства) та проводиться коло. Скорегований розмір креслиться за напрямками вітру. Слід мати на увазі що домішки переносяться за напрямком куди дме вітер (наприклад, радіус розрахований за північним напрямком вітру відкладається від центру в південному напрямку).

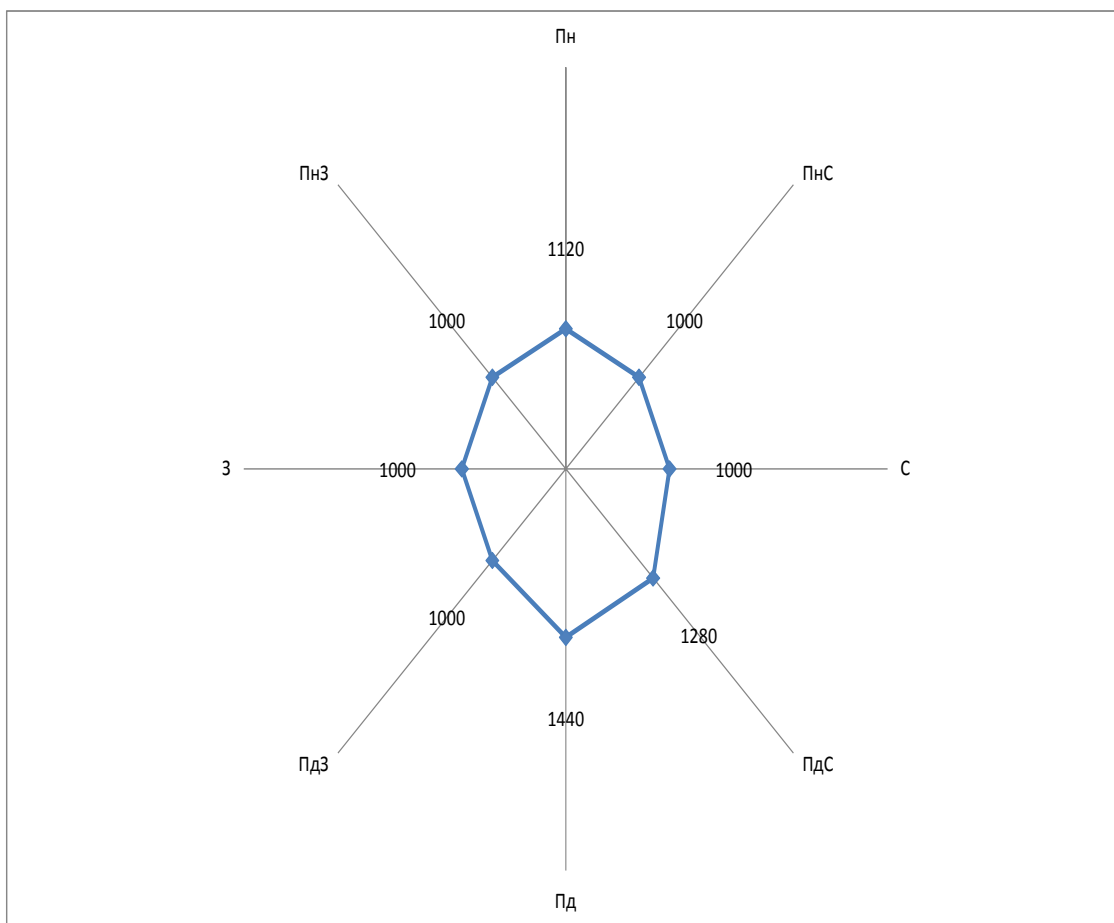


Рис.1.4 – Скорегована СЗЗ.

2 КУРСОВИЙ ПРОЕКТ ЗА ТЕМОЮ «НОРМУВАННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ СКИДІВ У ВОДОТОКИ»

Виконання курсового проекту за розділом «Вода» здійснюється за типовою темою: «Розрахунок гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водотоки». Шкідливі речовини і гідрологічні характеристики визначаються варіантом пакету початкової інформації, запропонованим у додатку А.2

2.1 Порядок виконання курсового проекту

Курсовий проект складається з вступу, 4-х розділів, висновку і переліку посилань, які були зроблені у текстовій частині роботи. Зразок змісту проекту надано у додатку Б.2

У вступі стисло описується актуальність охорони водного середовища від забруднення скидами шкідливих речовин промисловими джерелами. Вказується мета і зміст проекту.

У першому розділі у реферативній формі, використовуючи джерела навчальної та наукової літератури, розкривається питання антропогенного забруднення водного середовища і шляхи його зменшення.

У другому розділі надається методика екологічної оцінки якості поверхневих вод суші і естуаріїв України.

Третій розділ містить методичні і організаційні основи розрахунку гранично допустимих скидів забруднюючих речовин та розрахунку кратності початкового та основного розведення.

Четвертий розділ містить аналіз забруднення водного середовища за результатами проведених розрахунків.

Цей розділ складається з чотирьох підрозділів. У підрозділі 4.1 наводиться екологічна оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України у вигляді таблиць (додаток Д).

У підрозділі 4.2 надають результати розрахунку кратності розведення за плоскою задачею у вигляді рисунка-схеми.

У підрозділі 4.3 надаються результати розрахунку таких характеристик: концентрація гранично допустимого скиду забруднюючих речовин у водотік ($C_{ГДС}$), розрахований гранично допустимий скид забруднюючих речовин у водотік (ГДС), затверджені гранично допустимі скиди ($ГДС_{затв}$) забруднюючих речовин у водотік з урахуванням лімітуючої спроможності водного об'єкта. Всі розраховані характеристики повинні бути оформлені у вигляді таблиць (форма таблиць надається у додатку Е).

У підрозділі 4.4 на основі отриманих результатів розрахунків проводиться аналіз асимілюючої здатності водного об'єкта.

У висновках стисло викладаються основні результати проведеного аналізу.

2.2 Методика проведення екологічної оцінки якості поверхневих вод суші

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв є базою для встановлення екологічних нормативів якості води щодо окремих водних об'єктів чи їх частин, груп водних об'єктів та басейнів річок [3].

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні і специфічні показники. Загальні показники, до яких належать показники сольового складу і трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин токсичної і радіаційної дії.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає три групи спеціалізованих класифікацій, а саме:

- група класифікацій за критеріями сольового складу (додатки Ж);
- класифікація за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями (додаток К);
- група класифікацій за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії, а також за рівнем токсичності (додатки Л.1-Л.2).

Всі інші класифікації системи екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв України побудовані за однаковим принципом: поділяють води на п'ять класів та сім підпорядкованих їм категорій.

Визначені за цими ознаками класи і категорії якості вод відображають природний стан, а також ступінь антропогенного забруднення поверхневих вод суші та естуаріїв України.

Назви, дані класам і категоріям якості вод за їх станом та за ступенем їх чистоти (забрудненості) наведено у додатку М.

2.2.1 Порядок екологічної оцінки якості вод

Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші та естуаріїв України повинна обов'язково включати всі три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту і біологічної дії специфічних речовин.

Результати подаються у вигляді єдиної екологічної оцінки, котра ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках.

Вихідні дані з якості води за окремими показниками групуються в межах трьох блоків. Середні значення для трьох блокових індексів якості води визначаються шляхом обчислення номера категорії за всіма

показниками даного блоку; при цьому категорія 1 має номер 1, категорія 2 - номер 2 і т.д.

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дозволяє диференціювати оцінку якості води, зробити її більш точною і гнучкою. Для визначення субкатегорій якості води, відповідних середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон десятичних значень номерів (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і позначити їх таким чином:

<i>Категорія якості води</i>	<i>Позначення відповідних екологічних індексів</i>
1	1,0
2	1,0 - 2,0
3	2,0 - 3,0
4	3,0 - 4,0
5	4,0 - 5,0
6	5,0 - 6,0
7	6,0 - 7,0

Етап визначення об'єднаної оцінки якості води для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального, або екологічного індексу (I_e). Використання екологічного індексу якості води доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування водоохоронної діяльності, опрацювання водоохоронних заходів, здійснення екологічного і еколого-економічного районування, екологічного картографування тощо [3]. Значення екологічного індексу якості води визначається за формулою:

$$I_e = \frac{\{I_1 + I_2 + I_3\}}{3}, \quad (2.1)$$

де I_1 – індекс забруднення компонентами сольового складу;

I_2 – індекс трофо-сапробіологічних показників;

I_3 – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Результати екологічної оцінки якості поверхневих вод суші та естуаріїв подаються у вигляді таблиці (Додаток Л). В таблиці послідовно розміщують значення показників та відповідні їм класи і категорії якості води.

2.2.2 Приклад розрахунку

Екологічна оцінка якості поверхневих вод

Показник	Концентрація	Клас	Категорія	Індекс
1 Класифікація якості прісних вод по компонентах сольового складу				
Загальна мінералізація, мг/ дм ³	1997	IV	6	I ₁ =6,6 (7)
Хлориди, мг/ дм ³	342	V	7	
Сульфати, мг/ дм ³	683	V	7	
2 Класифікація якості вод за трофо-сапробіологічними показниками				
Завислі речовини, мг/ дм ³	19,5	II	3	I ₂ =4 (4)
Азот амонійний, мг N/дм ³	0,37	III	4	
Азот нітритний, мг N/дм ³	0,217	V	7	
Азот нітратний, мг N/дм ³	0,64	III	4	
Розчинний кисень, мг O ₂ /дм ³	10,86	I	1	
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	5,65	III	5	
Фосфати, мг P/дм ³	0,05	II	3	
3 Класифікація якості вод за показниками вмісту токсичних і радіоактивних речовин				
Нафтопродукти, мкг/дм ³	15	II	2	I ₃ =2 (2)

Узагальнений екологічний індекс дорівнює:

$$I_e = \frac{\{I_1 + I_2 + I_3\}}{3} = \frac{\{6,6 + 4 + 2\}}{3} = 4,2 \quad (5)$$

По компонентах сольового складу:

- води річки за їх станом відносяться до категорії - дуже погані (7).

За трофо-сапробіологічними показниками і середнім індексом:

- води річки за їх станом відносяться до категорії - задовільні (4).

За специфічними показниками токсичної і радіаційної дії:

- води річки за їх станом відносяться до категорії - дуже добрі (2).

По узагальненому екологічному індексу води річки відносяться до категорії - помірно забруднена (5).

2.3 Методика розрахунку гранично допустимих скидів забруднюючих речовин у водотоки

2.3.1 Методична і організаційна основи встановлення ГДС 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.

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), з рибогосподарських ставків, тваринницьких ферм;

б) дренажні води;

в) скидні води.

Величини ГДС розробляються і затверджуються для діючих і підприємств-водокористувачів, які проектується. 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 [4].

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 від розрахункового ГДС, то в за ГДС приймається проектне скидання.

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 проводиться 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.

Величини ГДС речовин встановлюються в грамах на годину (г/год).

Розробка, обґрунтування та встановлення ГДС речовин включає такі етапи [4].

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.

2.3.2 Підготовка вихідних даних і визначення розрахункових умов

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, перекинутого 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.

2.3.3 Порядок розрахунку ГДС

Величини ГДС визначаються для всіх категорій водокористувачів як добуток максимальної за годину витрати стічних вод q_{\max} ($\text{м}^3/\text{год.}$) на припустиму концентрацію забруднюючої речовини $C_{\text{ГДС}}$ ($\text{г}/\text{м}^3$). При розрахунку умов скидання стічних вод спочатку визначається значення $C_{\text{ГДС}}$, що забезпечує нормативну якість води в контрольних створах [4].

ГДС визначається відповідно до формули:

$$ГДС = q_{\max} C_{\text{ГДС}} , \quad (2.1)$$

де q_{\max} – максимальна витрата за годину, ($\text{м}^3/\text{год.}$);

$C_{\text{ГДС}}$ - гранична концентрація забруднюючої речовини, ($\text{г}/\text{м}^3$).

Розрахунок $C_{ГДС}$ здійснюють у тому випадку, якщо виконується умова $C_{\phi} < C_{ГДК}$. У випадку якщо $C_{\phi} > C_{ГДК}$, то $C_{ГДС} = C_{ГДК}$.

Основна розрахункова формула для визначення $C_{ГДС}$ без обліку неконсервативності речовини має вид:

$$C_{ГДС} = n(C_{ГДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (2.2)$$

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_{nc} на кратність основного розведення n_o :

$$n = n_{nc} \cdot n_o, \quad (2.3)$$

З урахуванням неконсервативності забруднюючої речовини розрахункова формула має вид:

$$C_{ГДС} = n(C_{ГДК} \cdot e^{-kt} - C_{\phi}) + C_{\phi}, \quad (2.4)$$

де k – коефіцієнт неконсервативності, 1/д;

e – основа натурального логарифму; $e = 2,73$;

t – час добігання скиду до контрольного створу, розташованого на відстані 500м:

$$t = \frac{500}{86400 \cdot V_p}, \quad (2.5)$$

де V_p – швидкість потоку, м/с.

Початкове розведення стічних вод враховується для напірних зосереджених випусків і випусків, що розсіюються у водоток при виконанні умов $V_{cm} \geq 4V_p$ і при абсолютних швидкостях витікання струменя з випуску $V_{cm} > 2$ м/с:

$$V_{cm} = \frac{q_{max}}{S}, \quad (2.6)$$

де S – площа живого перетину потоку:

$$S = \frac{\pi d_m^2}{4}, \quad (2.7)$$

де d_m – діаметр оголовка труби:

$$d_m = \frac{d}{\bar{d}}, \quad (2.8)$$

де d – діаметр забрудненого струменя;
 \bar{d} – відносний діаметр струменя:

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{8,1}{\frac{(1-m)\Delta V_m^2}{0,92} + \frac{2m\Delta V_m}{0,96}}}, \quad (2.9)$$

де ΔV_m – швидкість по осі струменя, м/с;

$m = V_p / V_{cm}$ – співвідношення швидкостей потоку і витікання струменя стічних вод ($m \leq 0,25$).

У випадку коли $m > 0,25$ початкове розведення стічних вод приймається $n_n = 1$.

Початкове розведення визначається залежністю [3]:

$$n_n = \frac{0,248}{1-m} \bar{d}^2 \left(\sqrt{m^2 + \frac{8,1(1-m)}{\bar{d}^2}} - m \right), \quad (2.10)$$

У випадку якщо діаметр забрудненого струменя d перевищує глибину ріки, то спостерігається стиснення струменя стічних вод на початку розрахункової ділянки. Для цього випадку, використовуючи номограму (рис.2.1), знаходимо поправковий коефіцієнт $f(H/d)$. Тоді:

$$n_{nc} = n_n \cdot f\left(\frac{H}{d}\right), \quad (2.11)$$

де H – середня глибина на розглянутій ділянці водотоку, м.

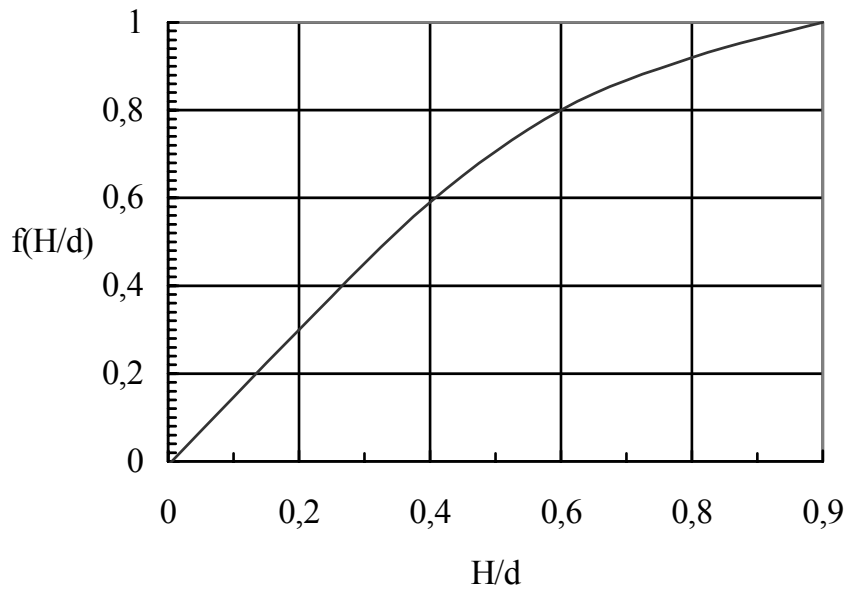


Рис.2.1 - Графік функції $f(H/d)$.

Відстань від створу випуску до замикаючого створу зони початкового розведення (x_n) обчислюється за залежністю:

$$x_n = \frac{d - d_m}{0,48(1 - 3,12 \cdot m)}. \quad (2.12)$$

Подальший розрахунок розведення ведеться, як вже вказувалося, за кінцево-різницевою схемою. Перетин забрудненого струменя наприкінці зони початкового розведення схематизується у вигляді квадрату, а концентрація забруднюючих інгредієнтів по всьому цьому перетині приймається однакою і дорівнює $C_{cm_i} = \frac{C_{cm}}{n_{nc}}$. Відповідно до розміру перетину призначається розмір і число розрахункових клітин і виконується розрахунок за викладеною нижче методикою.

Кратність основного розведення визначається за формулою:

$$n_o = \frac{C_{cm_i} - C_\phi}{C_{max} - C_\phi}, \quad (2.13)$$

де C_{max} - максимальна концентрація забруднюючої речовини на відстані 500 м нижче від місця скидання, г/м³;

C_{ϕ} – фонова концентрація забруднюючої речовини у водотоці, г/м^3 ;
 C_{cm_i} – концентрація речовини в замикаючому створі зони початкового розведення, г/м^3 .

Розрахунок кінцево-різницевої схеми ведеться за формулою:

$$C_{k+1,m} = \frac{1}{2}(C_{k,m-1} + C_{k,m+1}) \cdot \quad (2.14)$$

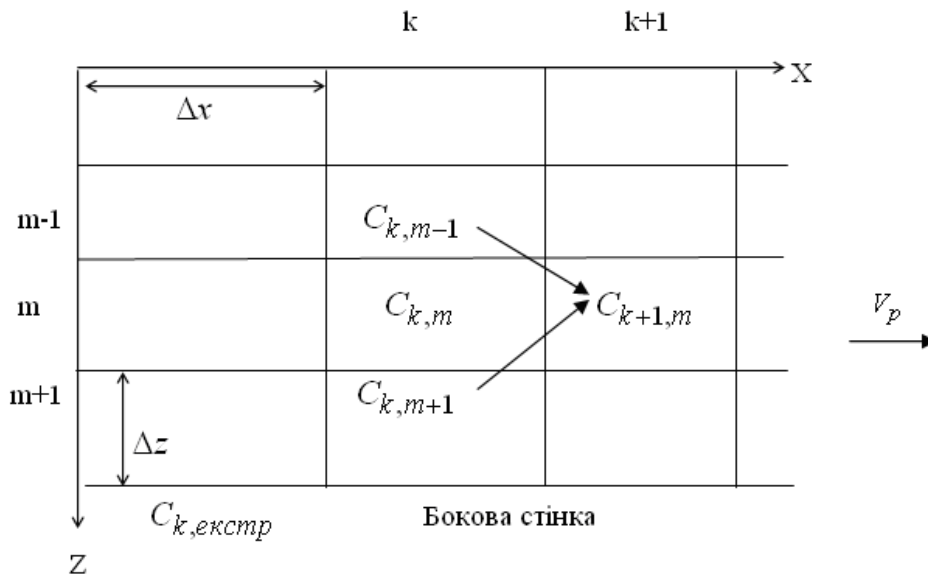


Рис.2.2 – Схема-сітка до розрахунку турбулентної дифузії (плоска задача).

Обчислюється умовна площа поперечного перерізу P у місці впадіння в ріку:

$$P = \pi r^2, \quad (2.15)$$

де r – радіус забрудненого струменя, м.

Потім визначають ширину забрудненого струменя потоку - b у початковому створі:

$$b = \frac{P}{H}, \quad (2.16)$$

Відповідно до величини b призначається ширина розрахункової клітинки Δz :

$$\Delta z = \frac{0,1B}{2}, \quad (2.17)$$

де B – ширина ріки, м.

Визначається кількість кліток по ширині забрудненого струменя потоку – $n_{забр}$:

$$n_{забр} \approx \frac{b}{\Delta z} . \quad (2.18)$$

Кількість клітин по ширині ріки ($n_{заг}$) визначається як:

$$n_{заг} \approx \frac{B}{\Delta z} . \quad (2.19)$$

Далі розрахункова ділянка водотоку поділяється поперечними і подовжніми лініями, що відстоять одна від іншої відповідно на Δx і Δz . Розмір Δx визначається з формули:

$$\Delta x = \frac{V_{cp} (\Delta z)^2}{2D} , \quad (2.20)$$

де D – коефіцієнт турбулентної дифузії, m^2/c :

$$D = \frac{gHV_{cp}}{MC} , \quad (2.21)$$

де g - прискорення вільного падіння, m/c^2 ;

C - коефіцієнт Шезі ($m^{0,5} / c$);

M - коефіцієнт, що залежить від C ;

При $10 < C < 60$ $M = 0,7C + 6$

$C > 60$ $M = 48 = const .$

Добуток MC має розмірність m/c^2 .

Кількість клітин по довжині розглянутої ділянки визначається за формулою:

$$n_{дов} \approx \frac{500 - x_H}{\Delta x} . \quad (2.22)$$

При розрахунку турбулентної дифузії розглянуту частину потоку поділяють на клітки зі сторонами Δx , Δz , одержуючи, таким чином, розрахункову сітку (рис.2.2). Клітини, що попадають у струмінь припливу стічних вод у початковому поперечнику, заповнюються числами, що виражають концентрацію C_{cm_i} , інші клітки - числами, що виражають природну концентрацію забруднюючої речовини в річці (C_{ϕ} , в окремому випадку це може бути нульова концентрація) [4].

Кратність основного розведення розраховують для однієї речовини.

Результати розрахунку ГДС і $C_{ГДС}$ речовин повинні бути надані у вигляді таблиць (додаток Е.1-Е.2).

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 лімітуючою ознакою шкідливості (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 [4].

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:

$$\sum_{i=1}^L \frac{C_i^k}{ГДК_i} \leq 1, \quad (2.23)$$

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

ГДК_i - гранично допустима концентрація речовини і;

L – кількість речовин з даною ЛОШ.

Сумарне перевищення ГДК у контрольному і фоновому створах по групах ЛОШ представляють у вигляді таблиці Е.3 (додаток Е).

2.3.4 Приклад розрахунку

Вихідні данні

Таблиця 2.1 - Характеристики водного об'єкта та джерел скиду забруднюючих речовин

Максимальна часова витрата, Q_{\max} , м ³ /хв.	65
Швидкість по осі струменя, ΔV_m , м/с	0,12
Коефіцієнт Шезі, C , м ^{1/2} /с	29,2
Глибина об'єкта, H , м	3,5
Ширина ріки, B , м	35
Швидкість течії ріки, $V_{\text{сер}}$, м/с	1,5
Діаметр труби, d_T , м	0,45

Таблиця 2.2 - Значення коефіцієнтів неконсервативності

№ п/п	Речовина	Значення k , 1/д
1	БСК _{повн}	0,23
2	Азот амонійний	0,069
3	Нітрити	0,19
4	Нітрати	0,112
5	Нафтопродукти	0,044

Таблиця 2.3 - Концентрації забруднюючих речовин

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/л		
		фактична	ГДК	фонова
1	Зважені речовини	12,0	20,25	19,5
2	Загальна мінералізація	2280,0	1000,0	1997,0
3	БСК _{повн}	4,93	3,0	5,65
4	Нітрити	0,610	0,08	0,217
5	Нітрати	4,21	40,0	0,64
6	Азот амонійний	0,021	0,5	0,37
7	Хлориди	197,0	300,0	342,0
8	Сульфати	179,0	100,0	683,0
9	Нафтопродукти	0,15	0,05	0,015
10	Розчинений кисень	5,82	6,0	10,86
11	Фосфати	0,028	0,10	0,05

Оскільки початкове розведення стічних вод рекомендується враховувати для напорних зосереджених і розсіюючих випусків у водотік при виконанні умови $V_{ст} \geq 4V_p$ і при абсолютних швидкостях стікання струменя з випуску $V_{ст} > 2$ м/с, то необхідно перевірити виконання цих умов. Для цього спочатку розраховується площа живого перерізу потоку (формула 2.7):

$$S = \frac{\pi \cdot 0,45^2}{4} = 0,16 \text{ м}^2 .$$

Абсолютна швидкість стікання струменя (за формулою 2.6)

$$V_{ст} = \frac{65/60}{0,16} = 6,77 \text{ м/с} .$$

Умова $V_{ст} \geq 4V_p$ ($6,77 \geq 4 \cdot 1,5$) виконується. Таким чином необхідно розраховувати початкове розведення стічних вод.

Для цього необхідно спочатку визначити співвідношення швидкостей потоку і стікання струменя стічних вод (m): $m = V_p / V_{ст} = 1,5 / 6,77 = 0,22$. У випадку якщо $m \leq 0,25$, можливий подальший розрахунок - відносний діаметр струменя (\bar{d}) (за формулою 2.9):

$$\bar{d} = \sqrt{\frac{8,1}{\frac{(1 - 0,22)0,12^2}{0,92} + \frac{2 \cdot 0,22 \cdot 0,12}{0,96}}} = 10,98 \text{ м} .$$

Діаметр забрудненого струменя (d) (за формулою 2.8) буде дорівнювати $d = d_r \cdot \bar{d} = 0,45 \cdot 10,98 = 4,94$ м.

Початкове розведення визначається наступною залежністю (5.10):

$$n_n = \frac{0,248}{1 - 0,22} \cdot 10,98^2 \cdot \left(\sqrt{0,22^2 + \frac{8,1 \cdot (1 - 0,22)}{10,98^2}} - 0,22 \right) = 3,74$$

У нашому випадку d перевищує глибину річки ($4,94 \text{ м} > 3,5 \text{ м}$), тобто спостерігається стиснення струменя стічних вод на початку розрахункової ділянки. Для цього випадку, використовуємо номограму (рис.2.1- Графік функції $f(H/d)$), знаходимо поправочний коефіцієнт $f(H/d)$. Добуток цього

поправкового коефіцієнта та кратності початкового розведення визначає кратність розведення в стисненому струмені (формула 2.11):

$$n_{nc} = n_n \cdot f\left(\frac{H}{d}\right) = 3,74 \cdot f\left(\frac{3,5}{4,94}\right) = 3,74 \cdot 0,82 = 3,32$$

Відстань від створу випуску до замикаючого створу зони початкового розведення (формула 2.12)

$$x_n = \frac{4,94 - 0,45}{0,48 \cdot (1 - 3,12 \cdot 0,22)} = 29,83 \text{ м}$$

Подальший розрахунок розведення ведеться за кінцево-різницевою схемою. Переріз забрудненого струменя в кінці зони початкового розведення схематизується як квадратний, а концентрація забруднюючих інгредієнтів по всьому цьому перерізу приймається однаковою і рівною

$$C_{cm_i} = \frac{C_{cm}}{n_{nc}} = \frac{0,15}{3,32} = 0,05 \text{ мг/дм}^3.$$

Для подальшого розрахунку кінцево-різницевої схеми додатково визначаємо умовну площу поперечного перерізу (P) в місці впадіння в річку (за формулою 2.15).

$$P = 3,14 \cdot \left(\frac{4,94}{2}\right)^2 = 19,16 \text{ м}^2.$$

Потім визначаємо ширину забрудненого струменя потоку – b в початковому створі (за формулою 5.16): $b = \frac{19,16}{3,5} = 5,47 \text{ м},$

Ширина розрахункової клітки (формула 2.17) $\Delta z = \frac{0,1 \cdot 35}{2} = 1,75 \text{ м}.$

Кількість клітинок, яка заповнюється забруднюючою речовиною ($n_{зab}$) по ширині забрудненого струменя потоку дорівнює (формула 2.18)

$$n_{зab} \approx \frac{5,47}{1,75} \approx 3.$$

Загальна кількість клітинок по ширині ріки (формула 2.19)

$$n_{\text{заг}} \approx \frac{35}{1,75} \approx 20.$$

Далі розрахункова ділянка водотоку розділяється поперечними і повздовжніми лініями, розміщеними одна від одної відповідно на Δx і Δz .

Для розрахунку коефіцієнта турбулентної дифузії (D , м²/с) необхідно визначити коефіцієнт M , який залежить від коефіцієнта Шезі (C). Тощо виконується рівняння $10 < 29,2 < 60$, $M = 0,7 \cdot 29,2 + 6 = 26,44$ м/с².

Таким чином (за формулою 2.21)

$$D = \frac{gHV_{cp}}{MC} = \frac{9,8 \cdot 3,5 \cdot 1,5}{26,44 \cdot 29,2} = 0,07 \text{ м/с}^2$$

За формулою (5.20) визначається розмір $\Delta x = \frac{1,5 \cdot (1,75)^2}{2 \cdot 0,07} = 32,81 \text{ м}$.

Кількість клітинок за довжиною ділянки буде дорівнювати (за формулою 2.22) $n_{\text{дов}} \approx \frac{500 - 29,83}{32,81} \approx 14$.

Сітка для розрахунку турбулентної дифузії буде виглядати наступним чином:

- за шириною водотоку - загальна кількість 20, з них 3 клітини, що потрапляють в струмінь потоку стічних вод в початковому поперечнику, заповнюються числами, що відповідають концентрації $C_{\text{сті}} = 0,05$ мг/дм³, останні 17 клітинок - числами, які відповідають дійсній концентрації забруднюючої речовини в річці ($C_{\text{ф}} = 0,015$ мг/дм³);

- за довжиною – 14 клітин (див. рис.2.3).

В кінцевому перетині $C_{\text{max}} = 0,036$ мг/дм³.

Кратність основного розведення (формула 2.13)

$$n_o = \frac{0,05 - 0,015}{0,036 - 0,015} = 1,67.$$

Кратність загального розведення стічних вод в водотоці (2.3)

$$n = n_{\text{пс}} \cdot n_o = 3,32 \cdot 1,67 = 5,54.$$

Кратність загального розведення розраховується для однієї речовини.

Для подальшого розрахунку ГДС, розраховується час досягнення забруднюючої речовини контрольного створу (формула 2.5):

$$t = \frac{500}{86400 \cdot 1,5} = 0,0039 \text{ с}.$$

Формула (2.4) застосовується для розрахування допустимої концентрації наступних неконсервативних речовин: БСК_{повн}, азот амонійний, нітрити, нітрати, нафтопродукти.

Наступна група речовин – це група яка не враховує перетворення (трансформацію) під час пересування до контрольного створу. У цю групу увійшли - загальна мінералізація, завислі речовини, сульфати, хлориди, розчинний кисень, фосфати.

Для цієї групи речовин, що є консервативною, допустима концентрація для скиду визначається за формулою (2.2).

Розрахунки ГДС та $C_{ГДС}$ представлені у таблиці 2.4.

<i>Ccmi</i>	<i>Ccmi</i>	<i>Ccmi</i>	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф	Cф
0,05	0,05	0,05	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,05	0,05	0,033	0,033	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,05	0,042	0,042	0,024	0,024	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,046	0,046	0,033	0,033	0,019	0,019	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,046	0,04	0,04	0,026	0,026	0,017	0,017	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,043	0,043	0,033	0,033	0,021	0,021	0,016	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,043	0,038	0,038	0,027	0,027	0,018	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,041	0,041	0,033	0,033	0,022	0,022	0,017	0,017	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,041	0,037	0,037	0,028	0,028	0,019	0,019	0,016	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,039	0,039	0,033	0,033	0,024	0,024	0,018	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,039	0,036	0,036	0,029	0,029	0,021	0,021	0,017	0,017	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,037	0,037	0,033	0,033	0,025	0,025	0,019	0,019	0,016	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,037	0,035	0,035	0,029	0,029	0,022	0,022	0,018	0,018	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
0,036	0,036	0,032	0,032	0,025	0,025	0,02	0,02	0,017	0,017	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

Рис.2.3 – Схема-сітка вирішення плоскої задачі

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку ГДС та С_{ГДС}

№ п/п	Склад стічних вод	Задані концентрації, г/м ³			Результати розрахунку	
		С _{факт}	С _{фон}	С _{ГДК}	ГДС, г/год	С _{ГДС} , г/м ³
1	Завислі речовини	12	19,5	20,25	85158	23,66
2	Загальна мінералізація	2280	1997	1000	3600000	1000,00
3	БСК ₅	4,93	5,65	3	10800	3,00
4	Нірити	0,61	0,217	0,08	288	0,08
5	Нітрати	4,21	0,64	40	787644,63	218,79
6	Азотний амоній	0,021	0,37	0,5	3 927,37	1,09
7	Хлориди	197	342	300	1080000	300,00
8	Сульфати	179	683	100	360000	100,00
9	Нафтопродукти	0,15	0,015	0,05	752,21	0,21
10	Розчинений кисень	5,82	10,86	6	21600	6,00
11	Фосфати	0,028	0,05	0,1	1177,2	0,33

Таблиця 2.5 - Затверджений гранично допустимий скид стічних вод

№ п/п	Склад стічних вод	Фактична концентрація, г/м ³	Фактичний скид, г/год	Допустима концентрація, г/м ³	Затверджений скид, г/год
1	Завислі речовини	12	43200	12	43200
2	Загальна мінералізація	2280	8208000	1000	3600000
3	БСК ₅	4,93	17748	3	10800
4	Нірити	0,61	2196	0,08	288
5	Нітрати	4,21	15156	4,21	15156
6	Азотний амоній	0,021	75,6	0,021	75,6
7	Хлориди	197	709200	197	709200
8	Сульфати	179	644400	179	644400
9	Нафтопродукти	0,15	540	0,15	540
10	Розчинений кисень	5,82	20952	5,82	20952
11	Фосфати	0,028	100,8	0,028	100,8

Результати дослідження речовин з однаковими лімітуючими ознаками в контрольному, фоновому створах і по затвердженим концентраціям надані у табл.2.6.

Таблиця 2.6 - Результати дослідження речовин з однаковими лімітуючими ознаками

Лімітуюча ознака шкідливості	$\frac{C_i^k}{ГДК_i}$	$\frac{C_i^{\phi}}{ГДК_i}$	$\frac{C_i^{Затв}}{ГДК_i}$
I. Токсикологічний			
Нітрити	7,63	2,71	0,59
Азот амонійний	0,04	0,74	0,04
(сума відносин)	7,67	3,45	0,63
II. Санітарно-токсикологічний			
Нітрати	0,11	0,02	0,11
Сульфати	1,79	6,83	1,79
Хлориди	0,66	1,14	0,66
(сума відносин)	2,55	7,99	2,55
III. Рибогосподарський			
Нафтопродукти	3,00	0,30	3,00
БСК _{повн}	1,64	1,88	1,00
(сума відносин)	4,64	2,18	4,00

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Владимірова О.Г. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище (атмосферне повітря): Конспект лекцій. – Одеса: Вид-во „ТЭС”, 2007. – 100 с.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86.
3. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. ДСП-173-96. №173 Затверд. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996р.
4. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1991.
5. Владиміров А.М. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов /Владиміров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г./-Л.: Гидрометеоздат, 1991. - 424 с.
6. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоздат, -1985.- 272 с.
7. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жулинський, О.П. Оксіюк, та ін., - К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
8. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами. № 116 від 15 грудня 1994 р.
9. Лапшев Н.Н. Расчеты выпусков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1977. – 88 с.
10. Караушев А.В. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 286.

ДОДАТОК А.1

Завдання на розрахунок до курсового проекту - розділ «Атмосфера»

Середньомісячна температура повітря найжаркішого місяця року – $T_n=27^\circ\text{C}$; коефіцієнт рельєфу місцевості $\eta = 1$; коефіцієнт, який відповідає несприятливим метеорологічним умовам $A=200$; середня швидкість вітру $u=4$ м/с.

Середньорічна роза вітрів (%), м.Одеса

Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
18	12	10	8	14	11	11	16

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V_1 ($\text{м}^3/\text{с}$)	$T_z, ^\circ\text{C}$	M, (г/с)	Клас небезпеки підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 1								
Речовина – аміак, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	5	8	6	0,7	1,07	37	5,61	1
2	7	10	13	0,7	1,07	200	5,61	
3	10	5	21	0,7	1,07	67	5,61	
4	12	15	58	0,7	1,07	120	5,61	
Варіант 2								
Речовина – ацетон, ПДК _{мр} = 0,35 мг/м ³ , F=1								
1	5	15	5	0,6	2,23	37	11,15	2
2	17	10	20	0,6	2,23	170	11,15	
3	18	20	35	0,6	2,23	80	11,15	
4	12	15	60	0,6	2,23	130	11,15	
Варіант 3								
Речовина – бензол, ПДК _{мр} = 0,3 мг/м ³ , F=1								
1	8	16	4	0,65	1,98	35	10,31	2
2	12	10	30	0,65	1,98	56	10,31	
3	10	20	60	0,65	1,98	180	10,31	
4	30	15	15	0,65	1,98	80	10,31	
Варіант 4								
Речовина – водень хлористий, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	25	18	9	0,73	1,14	30	14,32	3
2	7	15	18	0,73	1,14	37	14,32	
3	20	15	35	0,73	1,14	120	14,32	
4	12	20	55	0,73	1,14	165	14,32	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T ₂ , °C	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 5								
Речовина – вуглеводні, ПДК _{мр} = 0,03 мг/м ³ , F=1								
1	10	15	6	0,78	1,86	35	12,78	3
2	20	10	15	0,78	1,86	48	12,78	
3	15	20	35	0,78	1,86	180	12,78	
4	20	15	60	0,78	1,86	200	12,78	
Варіант 6								
Речовина – вуглець чотирьох хлористий, ПДК _{мр} = 4 мг/м ³ , F=1								
1	15	15	5	0,54	2,98	32	32,51	2
2	20	18	25	0,54	2,98	58	32,51	
3	25	10	35	0,54	2,98	120	32,51	
4	10	10	80	0,54	2,98	140	32,51	
Варіант 7								
Речовина – водень фтористий, ПДК _{мр} = 0,02 мг/м ³ , F=1								
1	10	10	4	0,61	3,86	35	22,4	2
2	15	20	13	0,61	3,86	88	22,4	
3	20	15	20	0,61	3,86	145	22,4	
4	30	15	65	0,61	3,86	174	22,4	
Варіант 8								
Речовина – діоксид азоту, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	5	8	4	0,5	4,17	31	8,99	2
2	10	9	12	0,5	4,17	44	8,99	
3	10	15	35	0,5	4,17	135	8,99	
4	15	17	70	0,5	4,17	170	8,99	
Варіант 9								
Речовина – діоксид сірки, ПДК _{мр} = 0,5 мг/м ³ , F=1								
1	15	10	4	0,68	2,68	33	21,78	2
2	12	8	15	0,68	2,68	40	21,78	
3	10	15	45	0,68	2,68	100	21,78	
4	20	12	65	0,68	2,68	90	21,78	
Варіант 10								
Речовина – етилбензол, ПДК _{мр} = 0,02 мг/м ³ , F=1								
1	42	24	3	0,98	3,14	29	10,52	1
2	17	28	14	0,98	3,14	50	10,52	
3	10	15	40	0,98	3,14	180	10,52	
4	35	20	80	0,98	3,14	110	10,52	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T _z , °C	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 11								
Речовина – залізо окис, ПДК _{мр} = 0,04 мг/м ³ , F=1								
1	20	8	6	0,75	3,06	31	22,51	2
2	12	10	20	0,75	3,06	47	22,51	
3	10	15	45	0,75	3,06	80	22,51	
4	22	15	80	0,75	3,06	130	22,51	
Варіант 12								
Речовина – зварювальний аерозоль, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=2								
1	30	18	4	0,52	1,56	35	30,44	2
2	18	2	12	0,52	1,56	38	30,44	
3	10	25	35	0,52	1,56	140	30,44	
4	18	15	65	0,52	1,56	200	30,44	
Варіант 13								
Речовина – калій сульфат, ПДК _{мр} = 0,3 мг/м ³ , F=1								
1	12	20	6	0,73	2,44	35	16,32	3
2	17	25	15	0,73	2,44	48	16,32	
3	10	17	30	0,73	2,44	180	16,32	
4	12	15	85	0,73	2,44	200	16,32	
Варіант 14								
Речовина – калій хлорид, ПДК _{мр} = 0,03 мг/м ³ , F=1								
1	7	10	7	0,95	2,43	31	27,6	3
2	10	15	20	0,95	2,43	47	27,6	
3	20	18	40	0,95	2,43	110	27,6	
4	12	25	65	0,95	2,43	168	27,6	
Варіант 15								
Речовина – кислота азотна, ПДК _{мр} = 0,4 мг/м ³ , F=1								
1	5	10	8	0,8	1,68	32	14,8	2
2	10	5	30	0,8	1,68	42	14,8	
3	15	10	45	0,8	1,68	130	14,8	
4	12	15	75	0,8	1,68	200	14,8	
Варіант 16								
Речовина – кислота оцтова, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	15	20	6	0,57	3,23	30	17,31	2
2	20	18	20	0,57	3,23	39	17,31	
3	10	15	45	0,57	3,23	85	17,31	
4	18	25	75	0,57	3,23	146	17,31	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T _з , °С	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 17								
Речовина – марганець та його сполуки, ПДК _{мр} = 0,01 мг/м ³ , F=2								
1	16	10	5	0,7	2,57	29	17,78	2
2	10	20	25	0,7	2,57	36	17,78	
3	16	25	30	0,7	2,57	83	17,78	
4	20	15	65	0,7	2,57	160	17,78	
Варіант 18								
Речовина – міді сульфат, ПДК _{мр} = 0,03 мг/м ³ , F=2								
1	5	8	7	0,77	2,18	30	19,78	1
2	7	10	15	0,77	2,18	41	19,78	
3	10	5	40	0,77	2,18	118	19,78	
4	12	15	85	0,77	2,18	154	19,78	
Варіант 19								
Речовина – метан, ПДК _{мр} = 50 мг/м ³ , F=1								
1	47	23	5	0,88	3,55	37	14,5	4
2	21	18	20	0,88	3,55	47	14,5	
3	29	23	45	0,88	3,55	170	14,5	
4	12	15	75	0,88	3,55	200	14,5	
Варіант 20								
Речовина – нікель та його сполуки, ПДК _{мр} = 0,02 мг/м ³ , F=2								
1	10	5	9	0,8	2,14	32	22,5	3
2	7	10	15	0,8	2,14	40	22,5	
3	28	12	30	0,8	2,14	136	22,5	
4	12	15	80	0,8	2,14	170	22,5	
Варіант 21								
Речовина – пил асбесту, ПДК _{мр} = 0,5 мг/м ³ , F=2								
1	12	15	4	0,75	3,16	29	16,43	3
2	22	15	30	0,75	3,16	33	16,43	
3	10	5	55	0,75	3,16	152	16,43	
4	30	20	85	0,75	3,16	169	16,43	
Варіант 22								
Речовина – озон, ПДК _{мр} = 0,16 мг/м ³ , F=1								
1	15	18	5	0,78	1,99	35	7,49	3
2	22	8	20	0,78	1,99	48	7,49	
3	10	5	45	0,78	1,99	180	7,49	
4	12	15	130	0,78	1,99	200	7,49	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T _з , °C	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 23								
Речовина – олова оксид, ПДК _{мр} = 0,5 мг/м ³ , F=2								
1	25	10	7	0,69	2,43	28	12,18	3
2	15	30	10	0,69	2,43	50	12,18	
3	10	12	35	0,69	2,43	130	12,18	
4	22	8	75	0,69	2,43	160	12,18	
Варіант 24								
Речовина – ртуть та її сполуки, ПДК _{мр} = 0,5 мг/м ³ , F=2								
1	15	18	3	0,88	2,48	32	15,55	1
2	12	8	20	0,88	2,48	42	15,55	
3	10	19	40	0,88	2,48	120	15,55	
4	20	15	70	0,88	2,48	200	15,55	
Варіант 25								
Речовина – свинець, ПДК _{мр} = 0,001 мг/м ³ , F=1								
1	10	18	8	0,91	2,16	34	27,58	1
2	25	10	20	0,91	2,16	41	27,58	
3	10	15	45	0,91	2,16	150	27,58	
4	12	10	80	0,91	2,16	180	27,58	
Варіант 26								
Речовина – сірководень, ПДК _{мр} = 0,08 мг/м ³ , F=1								
1	10	18	6	0,87	1,86	35	23,63	3
2	18	25	20	0,87	1,86	49	23,63	
3	10	28	35	0,87	1,86	170	23,63	
4	12	15	65	0,87	1,86	190	23,63	
Варіант 27								
Речовина – сажа, ПДК _{мр} = 0,15 мг/м ³ , F=2								
1	25	30	6	1	2,78	30	11,78	4
2	30	40	20	1	2,78	42	11,78	
3	10	25	40	1	2,78	180	11,78	
4	12	35	70	1	2,78	200	11,78	
Варіант 28								
Речовина – стирол, ПДК _{мр} = 0,04 мг/м ³ , F=3								
1	15	10	5	0,9	3,11	31	19,4	3
2	22	8	20	0,9	3,11	43	19,4	
3	15	5	45	0,9	3,11	154	19,4	
4	12	15	80	0,9	3,11	180	19,4	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T _з , °C	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 29								
Речовина – толуол, ПДК _{мр} = 0,6 мг/м ³ , F=1								
1	30	18	3	0,77	3,18	28	22,5	4
2	15	8	25	0,77	3,18	46	22,5	
3	10	9	40	0,77	3,18	69	22,5	
4	12	25	65	0,77	3,18	150	22,5	
Варіант 30								
Речовина – фенол, ПДК _{мр} = 0,01 мг/м ³ , F=1								
1	5	8	5	0,74	2,8	29	15,8	4
2	17	10	20	0,74	2,8	50	15,8	
3	10	25	40	0,74	2,8	70	15,8	
4	22	15	75	0,74	2,8	150	15,8	
Варіант 31								
Речовина – формальдегід, ПДК _{мр} = 0,035 мг/м ³ , F=1								
1	25	30	4	1,15	2,54	30	10,08	4
2	30	40	20	1,15	2,54	42	10,08	
3	10	25	40	1,15	2,54	180	10,08	
4	12	35	70	1,15	2,54	200	10,08	
Варіант 32								
Речовина – фтор, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	15	10	5	0,9	2,18	31	18,4	4
2	22	8	20	0,9	2,18	43	18,4	
3	15	5	45	0,9	2,18	154	18,4	
4	12	15	80	0,9	2,18	180	18,4	
Варіант 33								
Речовина – хлор, ПДК _{мр} = 0,1 мг/м ³ , F=1								
1	30	18	6	0,77	3,07	28	20,5	3
2	15	8	25	0,77	3,07	46	20,5	
3	10	9	40	0,77	3,07	69	20,5	
4	12	25	65	0,77	3,07	150	20,5	
Варіант 34								
Речовина – хром шестивалентний, ПДК _{мр} = 0,0015 мг/м ³ , F=3								
1	5	8	6	0,63	2,35	29	16,2	2
2	17	10	20	0,63	2,35	50	16,2	
3	10	25	40	0,63	2,35	70	16,2	
4	22	15	75	0,63	2,35	150	16,2	

№ джерела	координати		H(м)	D(м)	V ₁ (м ³ /с)	T _з , °С	M, (г/с)	Назва підприємства
	X(м)	Y(м)						
Варіант 35								
Речовина – аміак, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	25	30	7	1,12	2,78	30	14,78	1
2	30	40	20	1,12	2,78	42	14,78	
3	10	25	40	1,12	2,78	180	14,78	
4	12	35	70	1,12	2,78	200	14,78	
Варіант 36								
Речовина – ацетон, ПДК _{мр} = 0,35 мг/м ³ , F=1								
1	15	10	4	0,92	3,3	31	15,4	2
2	22	8	20	0,92	3,3	43	15,4	
3	15	5	45	0,92	3,3	154	15,4	
4	12	15	80	0,92	3,3	180	15,4	
Варіант 37								
Речовина – бензол, ПДК _{мр} = 0,3 мг/м ³ , F=1								
1	30	18	5	0,74	3,18	28	22,5	2
2	15	8	25	0,74	3,18	46	22,5	
3	10	9	40	0,74	3,18	69	22,5	
4	12	25	65	0,74	3,18	150	22,5	
Варіант 38								
Речовина – водень хлористий, ПДК _{мр} = 0,2 мг/м ³ , F=1								
1	5	8	5	0,54	2,8	29	28,1	2
2	17	10	20	0,54	2,8	50	28,1	
3	10	25	40	0,54	2,8	70	28,1	
4	22	15	75	0,54	2,8	150	28,1	
Варіант 39								
Речовина – вуглеводні, ПДК _{мр} = 0,03 мг/м ³ , F=1								
1	30	18	4	0,77	2,18	28	32,5	3
2	15	8	25	0,77	2,18	46	32,5	
3	10	9	40	0,77	2,18	69	32,5	
4	12	25	65	0,77	2,18	150	32,5	
Варіант 40								
Речовина – вуглець чотирьох хлористий, ПДК _{мр} = 0,02 мг/м ³ , F=1								
1	5	8	3	0,69	2,31	29	18,15	2
2	17	10	20	0,69	2,31	50	18,15	
3	10	25	40	0,69	2,31	70	18,15	
4	22	15	75	0,69	2,31	150	18,15	

ДОДАТОК А.2

Завдання на розрахунок курсового проекту - розділ «Вода»

Вихідні дані

Скидання зворотних вод здійснюється у водоток рибогосподарського значення вищої категорії, по трубопроводу. Випуск стічних вод – береговий.

На розрахунковій ділянці поперечні швидкості потоку відсутні.

Необхідно розрахувати гранично допустимий скид забруднюючих речовин у водний об'єкт рибогосподарського значення вищої категорії. Визначити сумарне перевищення ГДК у контрольному і фоновому створах по групах ЛОШ.

Таблиця А.2.1 – Характеристики водного об'єкта та джерел скиду забруднюючих речовин

Параметри	Варіант														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Максимальна часова витрата, $Q_{\max}, \text{м}^3/\text{хв}$	88	73	74	62	61	70	65	68	63	71	77	72	75	84	81
Глибина ріки, Н, м	2,85	2,94	2,74	3,41	3,51	3,47	3,53	3,61	3,57	3,61	3,93	3,72	3,18	3,27	3,42
Ширина ріки, В, м	32	36	39	43	45	35	38	40	42	44	31	33	34	37	41
Швидкість течії, $V_p, \text{м/с}$	1,41	1,27	1,32	1,31	1,48	1,46	1,25	1,6	1,5	1,1	1,2	1,23	1,3	1,38	1,4
Діаметр труби, $d_t,$ м	0,45	0,42	0,38	0,4	0,45	0,36	0,45	0,41	0,45	0,37	0,39	0,45	0,41	0,45	0,35
Швидкість по осі струменя, $\Delta V_m, \text{м/с}$	0,11														
Коефіцієнт Шезі, $C, \text{м}^{1/2}/\text{с}$	29,2														

Продовження табл.А.2.1

Параметри	Варіант														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Максимальна часова витрата, Q_{\max} , м ³ /хв	73	80	82	84	81	88	77	72	75	61	70	65	68	63	71
Глибина ріки, Н, м	3,61	3,57	3,61	3,18	3,72	3,93	3,27	3,42	3,61	2,85	2,94	2,74	3,41	3,51	3,47
Ширина ріки, В, м	37	41	32	36	39	43	45	35	38	40	42	44	31	33	34
Швидкість течії, V_p , м/с	1,3	1,38	1,4	1,41	1,27	1,32	1,31	1,48	1,46	1,25	1,6	1,5	1,1	1,2	1,23
Діаметр труби, d_t , м	0,33	0,41	0,38	0,42	0,4	0,36	0,43	0,44	0,47	0,39	0,35	0,41	0,45	0,35	0,38
Швидкість по осі струменя, ΔV_m , м/с	0,11														
Коефіцієнт Шезі, C , м ^{1/2} /с	29,2														

Продовження табл.А.2.1

Параметри	Варіант									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Максимальна часова витрата, Q_{\max} , м ³ /хв	58	57	52	55	61	73	50	52	54	51
Глибина ріки, Н, м	3,47	3,53	3,61	3,57	3,61	3,93	3,27	3,42	3,61	2,85
Ширина ріки, В, м	35	38	40	42	44	43	45	35	38	40
Швидкість течії, V_p , м/с	1,46	1,25	1,6	1,5	1,1	1,32	1,31	1,48	1,46	1,25
Діаметр труби, d_r , м	0,36	0,45	0,41	0,45	0,37	0,36	0,43	0,44	0,47	0,39
Швидкість по осі струменя, ΔV_m , м/с	0,11									
Коефіцієнт Шезі, C , м ^{1/2} /с	29,2									

Таблиця А.2.2 - Значення коефіцієнтів неконсервативності

№ п/п	Речовина	Значення k, 1/д
1	БСК _{полн}	0,23
2	Азот амонійний	0,069
3	Нітрити	0,19
4	Нітрати	0,112
5	Нафтопродукти	0,044

КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН

Варіант 1

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	15,9	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	997,0	1000,0	2280,0
3	БСК ₅	2,65	3,0	4,93
4	Нітрити	0,217	0,08	0,610
5	Нітрати	0,64	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,021
7	Хлориди	242,0	300,0	197,0
8	Сульфати	83,0	100,0	179,0
9	Нафтопродукти	0,015	0,05	0,15
10	Розчинений кисень	5,86	6,0	5,82
11	Фосфати	0,05	0,10	0,028

Варіант 2

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	16,8	20,25	11,46
2	Загальна мінералізація	985,0	1000,0	2145,0
3	БСК ₅	1,78	3,0	4,75
4	Нітрити	0,045	0,08	0,546
5	Нітрати	0,56	40,0	5,36
6	Азот амонійний	0,43	0,5	0,087
7	Хлориди	115,0	300,0	237,0
8	Сульфати	59,0	100,0	269,0
9	Нафтопродукти	0,021	0,05	0,21
10	Розчинений кисень	9,58	6,0	4,64
11	Фосфати	0,089	0,10	0,023

Варіант 3

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	15,8	20,25	14,0
2	Загальна мінералізація	1004,0	1000,0	2350,0
3	БСК ₅	2,26	3,0	5,38
4	Нітрити	0,028	0,08	0,784
5	Нітрати	0,58	40,0	6,38
6	Азот амонійний	0,33	0,5	0,012
7	Хлориди	235,0	300,0	173,0
8	Сульфати	74,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	4,12	6,0	5,56
11	Фосфати	0,01	0,10	0,018

Варіант 4

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	15,0	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	780,0	1000,0	2280,0
3	БСК ₅	2,73	3,0	5,32
4	Нітрити	0,068	0,08	0,58
5	Нітрати	28,65	40,0	6,81
6	Азот амонійний	0,31	0,5	0,028
7	Хлориди	129,0	300,0	193,0
8	Сульфати	98,0	100,0	164,0
9	Нафтопродукти	0,019	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	3,63	6,0	5,56
11	Фосфати	0,085	0,10	0,018

Варіант 5

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	5,98	20,25	13,25
2	Загальна мінералізація	680,0	1000,0	2510,0
3	БСК5	2,17	3,0	4,93
4	Нітрити	0,074	0,08	0,610
5	Нітрати	34,4	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,33	0,5	0,012
7	Хлориди	273,5	300,0	173,0
8	Сульфати	99,5	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,016	0,05	0,16
10	Розчинений кисень	8,62	6,0	4,49
11	Фосфати	0,09	0,10	0,015

Варіант 6

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,7	20,25	12,46
2	Загальна мінералізація	990,0	1000,0	2428,0
3	БСК5	2,87	3,0	4,79
4	Нітрити	0,088	0,08	0,610
5	Нітрати	39,04	40,0	3,29
6	Азот амонійний	0,49	0,5	4,21
7	Хлориди	173,5	300,0	173,0
8	Сульфати	89,5	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,024	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	7,22	6,0	5,56
11	Фосфати	0,04	0,10	0,017

Варіант 7

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	880,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	2,57	3,0	4,93
4	Нітрити	0,064	0,08	0,51
5	Нітрати	46,72	40,0	8,92
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,019
7	Хлориди	203,0	300,0	168,0
8	Сульфати	73,0	100,0	138,0
9	Нафтопродукти	0,018	0,05	0,19
10	Розчинений кисень	7,51р	6,0	3,72
11	Фосфати	0,05	0,10	0,018

Варіант 8

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,34	20,25	15,32
2	Загальна мінералізація	754,0	1000,0	2483,0
3	БСК5	2,70	3,0	6,72
4	Нітрити	0,095	0,08	0,31
5	Нітрати	7,24	40,0	7,86
6	Азот амонійний	0,48	0,5	0,036
7	Хлориди	136,6	300,0	145,0
8	Сульфати	179,0	100,0	95,0
9	Нафтопродукти	0,03	0,05	0,18
10	Розчинений кисень	7,89	6,0	5,83
11	Фосфати	0,06	0,10	0,023

Варіант 9

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	4,75	20,25	16,13
2	Загальна мінералізація	320,0	1000,0	2683,0
3	БСК5	1,83	3,0	6,55
4	Нітрити	0,072	0,08	0,147
5	Нітрати	18,60	40,0	7,04
6	Азот амонійний	0,42	0,5	0,028
7	Хлориди	187,0	300,0	392,0
8	Сульфати	168,0	100,0	86,4,0
9	Нафтопродукти	0,03	0,05	0,76
10	Розчинений кисень	7,06	6,0	3,38
11	Фосфати	0,008	0,10	0,027

Варіант 10

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	6,38	20,25	10,32
2	Загальна мінералізація	705,0	1000,0	2456,0
3	БСК5	2,05	3,0	6,92
4	Нітрити	0,019	0,08	0,175
5	Нітрати	42,81	40,0	18,34
6	Азот амонійний	0,45	0,5	0,017
7	Хлориди	85,0	300,0	177,0
8	Сульфати	23,0	100,0	202,0
9	Нафтопродукти	0,011	0,05	0,13
10	Розчинений кисень	7,04	6,0	5,82
11	Фосфати	0,002	0,10	0,011

Варіант 11

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	15,5	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	997,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	6,65	3,0	4,93
4	Нітрити	0,24	0,08	0,61
5	Нітрати	0,54	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,47	0,5	0,021
7	Хлориди	120,0	300,0	197,0
8	Сульфати	83,0	100,0	179,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,15
10	Розчинений кисень	11,86	6,0	5,82
11	Фосфати	0,07	0,10	0,028

Варіант 12

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	18,6	20,25	14,0
2	Загальна мінералізація	985,0	1000,0	2350,0
3	БСК5	5,78	3,0	5,38
4	Нітрити	0,345	0,08	0,784
5	Нітрати	0,56	40,0	6,38
6	Азот амонійний	0,43	0,5	0,012
7	Хлориди	115,0	300,0	173,0
8	Сульфати	59,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,021	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	9,58	6,0	5,56
11	Фосфати	0,089	0,10	0,018

Варіант 13

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	17,8	20,25	11,46
2	Загальна мінералізація	004,0	1000,0	2145,0
3	БСК5	6,26	3,0	4,75
4	Нітрити	0,328	0,08	0,546
5	Нітрати	0,58	40,0	5,36
6	Азот амонійний	0,33	0,5	0,087
7	Хлориди	235,0	300,0	237,0
8	Сульфати	74,0	100,0	269,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,21
10	Розчинений кисень	10,12	6,0	4,64
11	Фосфати	0,01	0,10	0,023

Варіант 14

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	13,25
2	Загальна мінералізація	2780,0	1000,0	2510,0
3	БСК5	2,37	3,0	4,93
4	Нітрити	0,068	0,08	0,610
5	Нітрати	25,86	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,012
7	Хлориди	429,0	300,0	173,0
8	Сульфати	148,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,019	0,05	0,16
10	Розчинений кисень	9,63	6,0	4,49
11	Фосфати	0,005	0,10	0,015

Варіант 15

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	9,85	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	680,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	2,57	3,0	5,32
4	Нітрити	0,074	0,08	0,58
5	Нітрати	14,04	40,0	6,81
6	Азот амонійний	0,43	0,5	0,028
7	Хлориди	173,5	300,0	193,0
8	Сульфати	109,5	100,0	164,0
9	Нафтопродукти	0,016	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	8,62	6,0	5,56
11	Фосфати	0,07	0,10	0,018

Варіант16

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	8,76	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	709,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	2,87	3,0	4,93
4	Нітрити	0,084	0,08	0,51
5	Нітрати	44,04	40,0	8,92
6	Азот амонійний	0,49	0,5	0,019
7	Хлориди	337,5	300,0	168,0
8	Сульфати	91,5	100,0	138,0
9	Нафтопродукти	0,04	0,05	0,19
10	Розчинений кисень	7,63	6,0	3,72
11	Фосфати	0,04	0,10	0,018

Варіант 17

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	12,46
2	Загальна мінералізація	680,0	1000,0	2428,0
3	БСК5	3,57	3,0	4,79
4	Нітрити	0,084	0,08	0,610
5	Нітрати	36,72	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,27	0,5	4,21
7	Хлориди	103,0	300,0	173,0
8	Сульфати	53,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,028	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	7,04	6,0	5,56
11	Фосфати	0,05	0,10	0,017

Варіант 18

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,34	20,25	16,13
2	Загальна мінералізація	524,0	1000,0	2683,0
3	БСК5	7,70	3,0	6,55
4	Нітрити	0,095	0,08	0,147
5	Нітрати	7,24	40,0	7,04
6	Азот амонійний	0,48	0,5	0,028
7	Хлориди	236,6	300,0	392,0
8	Сульфати	279,0	100,0	86,4,0
9	Нафтопродукти	0,03	0,05	0,76
10	Розчинений кисень	7,89	6,0	3,38
11	Фосфати	0,06	0,10	0,027

Варіант 19

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	4,75	20,25	15,32
2	Загальна мінералізація	320,0	1000,0	2483,0
3	БСК5	1,83	3,0	6,72
4	Нітрити	0,072	0,08	0,31
5	Нітрати	18,60	40,0	7,86
6	Азот амонійний	0,42	0,5	0,036
7	Хлориди	187,0	300,0	145,0
8	Сульфати	168,0	100,0	95,0
9	Нафтопродукти	0,03	0,05	0,18
10	Розчинений кисень	7,06	6,0	5,83
11	Фосфати	0,08	0,10	0,023

Варіант 20

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	6,38	20,25	14,07
2	Загальна мінералізація	665,0	1000,0	2483,0
3	БСК5	2,05	3,0	6,72
4	Нітрити	0,019	0,08	0,31
5	Нітрати	42,81	40,0	7,86
6	Азот амонійний	0,45	0,5	0,036
7	Хлориди	385,0	300,0	145,0
8	Сульфати	93,0	100,0	86,4,0
9	Нафтопродукти	0,011	0,05	0,76
10	Розчинений кисень	7,04	6,0	3,38
11	Фосфати	0,02	0,10	0,027

Варіант 21

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	18,6	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	985,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	5,78	3,0	4,93
4	Нітрити	0,345	0,08	0,610
5	Нітрати	0,56	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,43	0,5	0,021
7	Хлориди	251,0	300,0	197,0
8	Сульфати	59,0	100,0	179,0
9	Нафтопродукти	0,021	0,05	0,15
10	Розчинений кисень	9,58	6,0	5,82
11	Фосфати	0,089	0,10	0,028

Варіант 22

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	19,5	20,25	11,46
2	Загальна мінералізація	1997,0	1000,0	2145,0
3	БСК5	5,65	3,0	4,75
4	Нітрити	0,217	0,08	0,546
5	Нітрати	0,64	40,0	5,36
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,087
7	Хлориди	142,0	300,0	237,0
8	Сульфати	183,0	100,0	269,0
9	Нафтопродукти	0,015	0,05	0,21
10	Розчинений кисень	10,86	6,0	4,64
11	Фосфати	0,05	0,10	0,023

Варіант 23

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	9,85	20,25	14,0
2	Загальна мінералізація	826,0	1000,0	2350,0
3	БСК5	2,57	3,0	5,38
4	Нітрити	0,074	0,08	0,784
5	Нітрати	14,04	40,0	6,38
6	Азот амонійний	0,43	0,5	0,012
7	Хлориди	373,5	300,0	173,0
8	Сульфати	90,5	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,016	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	8,62	6,0	5,56
11	Фосфати	0,07	0,10	0,018

Варіант 24

№ п/п	Забруднююче речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	13,25
2	Загальна мінералізація	780,0	1000,0	2510,0
3	БСК5	2,37	3,0	4,93
4	Нітрити	0,068	0,08	0,610
5	Нітрати	25,86	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,012
7	Хлориди	249,0	300,0	173,0
8	Сульфати	184,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,019	0,05	0,16
10	Розчинений кисень	9,63	6,0	4,49
11	Фосфати	0,05	0,10	0,015

Варіант 25

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	27,8	20,25	22,0
2	Загальна мінералізація	994,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	6,26	3,0	5,32
4	Нітрити	0,328	0,08	0,58
5	Нітрати	0,58	40,0	6,81
6	Азот амонійний	0,33	0,5	0,028
7	Хлориди	353,0	300,0	193,0
8	Сульфати	74,0	100,0	164,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	10,12	6,0	5,56
11	Фосфати	0,01	0,10	0,018

Варіант 26

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	8,76	20,25	10,32
2	Загальна мінералізація	729,0	1000,0	2456,0
3	БСК5	2,87	3,0	6,92
4	Нітрити	0,084	0,08	0,175
5	Нітрати	44,04	40,0	18,34
6	Азот амонійний	0,49	0,5	0,017
7	Хлориди	273,5	300,0	177,0
8	Сульфати	109,5	100,0	202,0
9	Нафтопродукти	0,014	0,05	0,13
10	Розчинений кисень	7,63	6,0	5,82
11	Фосфати	0,04	0,10	0,011

Варіант 27

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	4,75	20,25	15,32
2	Загальна мінералізація	320,0	1000,0	2483,0
3	БСК5	1,83	3,0	6,72
4	Нітрити	0,072	0,08	0,31
5	Нітрати	18,60	40,0	7,86
6	Азот амонійний	0,42	0,5	0,036
7	Хлориди	187,0	300,0	145,0
8	Сульфати	68,0	100,0	95,0
9	Нафтопродукти	0,013	0,05	0,18
10	Розчинений кисень	7,06	6,0	5,83
11	Фосфати	0,08	0,10	0,023

Варіант 28

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,34	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	524,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	7,70	3,0	4,93
4	Нітрити	0,095	0,08	0,51
5	Нітрати	7,24	40,0	8,92
6	Азот амонійний	0,48	0,5	0,019
7	Хлориди	336,6	300,0	168,0
8	Сульфати	79,0	100,0	138,0
9	Нафтопродукти	0,013	0,05	0,19
10	Розчинений кисень	7,89	6,0	3,72
11	Фосфати	0,06	0,10	0,018

Варіант 29

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	16,13
2	Загальна мінералізація	480,0	1000,0	2683,0
3	БСК5	3,57	3,0	6,55
4	Нітрити	0,084	0,08	0,147
5	Нітрати	36,72	40,0	7,04
6	Азот амонійний	0,27	0,5	0,028
7	Хлориди	103,0	300,0	392,0
8	Сульфати	315,0	100,0	86,4,0
9	Нафтопродукти	0,018	0,05	0,76
10	Розчинений кисень	7,04	6,0	3,38
11	Фосфати	0,05	0,10	0,027

Варіант 30

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	6,38	20,25	12,46
2	Загальна мінералізація	2705,0	1000,0	2428,0
3	БСК5	2,05	3,0	4,79
4	Нітрити	0,019	0,08	0,610
5	Нітрати	42,81	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,45	0,5	4,21
7	Хлориди	185,0	300,0	173,0
8	Сульфати	1023,0	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,011	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	7,04	6,0	5,56
11	Фосфати	0,02	0,10	0,017

Варіант 31

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	8,59	20,25	13,25
2	Загальна мінералізація	860,0	1000,0	2510,0
3	БСК5	2,71	3,0	4,93
4	Нітрити	0,067	0,08	0,610
5	Нітрати	24,4	40,0	4,21
6	Азот амонійний	0,31	0,5	0,012
7	Хлориди	235,7	300,0	173,0
8	Сульфати	99,5	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,016	0,05	0,26
10	Розчинений кисень	8,62	6,0	4,29
11	Фосфати	0,09	0,10	0,015

Варіант 32

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	9,7	20,25	12,46
2	Загальна мінералізація	790,0	1000,0	2428,0
3	БСК5	2,33	3,0	4,79
4	Нітрити	0,078	0,08	0,610
5	Нітрати	29,04	40,0	3,29
6	Азот амонійний	0,49	0,5	4,21
7	Хлориди	173,5	300,0	173,0
8	Сульфати	189,5	100,0	195,0
9	Нафтопродукти	0,024	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	7,11	6,0	5,56
11	Фосфати	0,04	0,10	0,017

Варіант 33

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	10,5	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	977,0	1000,0	2280,0
3	БСК5	2,57	3,0	4,93
4	Нітрити	0,064	0,08	0,51
5	Нітрати	46,72	40,0	8,92
6	Азот амонійний	0,37	0,5	0,019
7	Хлориди	303,0	300,0	168,0
8	Сульфати	73,0	100,0	138,0
9	Нафтопродукти	0,018	0,05	0,19
10	Розчинений кисень	7,51	6,0	3,72
11	Фосфати	0,05	0,10	0,018

Варіант 34

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	8,34	20,25	15,32
2	Загальна мінералізація	1054,0	1000,0	2483,0
3	БСК5	2,70	3,0	6,72
4	Нітрити	0,055	0,08	0,31
5	Нітрати	7,24	40,0	7,86
6	Азот амонійний	0,48	0,5	0,036
7	Хлориди	126,6	300,0	145,0
8	Сульфати	99,0	100,0	95,0
9	Нафтопродукти	0,03	0,05	0,18
10	Розчинений кисень	7,89	6,0	5,83
11	Фосфати	0,046	0,10	0,023

Варіант 35

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	4,75	20,25	16,13
2	Загальна мінералізація	620,0	1000,0	2683,0
3	БСК5	1,63	3,0	6,55
4	Нітрити	0,062	0,08	0,147
5	Нітрати	16,60	40,0	7,04
6	Азот амонійний	0,46	0,5	0,028
7	Хлориди	167,0	300,0	392,0
8	Сульфати	166,0	100,0	86,4,0
9	Нафтопродукти	0,036	0,05	0,76
10	Розчинений кисень	6,06	6,0	3,38
11	Фосфати	0,068	0,10	0,027

Варіант 36

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	6,38	20,25	10,32
2	Загальна мінералізація	805,0	1000,0	2456,0
3	БСК5	2,08	3,0	6,92
4	Нітрити	0,018	0,08	0,175
5	Нітрати	48,81	40,0	18,34
6	Азот амонійний	0,48	0,5	0,017
7	Хлориди	88,0	300,0	177,0
8	Сульфати	83,0	100,0	202,0
9	Нафтопродукти	0,018	0,05	0,13
10	Розчинений кисень	8,04	6,0	5,82
11	Фосфати	0,082	0,10	0,011

Варіант 37

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	15,1	20,25	12,1
2	Загальна мінералізація	911,0	1000,0	2180,0
3	БСК5	6,65	3,0	4,13
4	Нітрити	0,24	0,08	0,61
5	Нітрати	10,54	40,0	4,11
6	Азот амонійний	0,41	0,5	0,021
7	Хлориди	110,0	300,0	117,0
8	Сульфати	81,0	100,0	171,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,15
10	Розчинений кисень	11,86	6,0	5,82
11	Фосфати	0,07	0,10	0,018

Варіант 38

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	28,6	20,25	12,0
2	Загальна мінералізація	985,0	1000,0	2250,0
3	БСК5	5,78	3,0	5,28
4	Нітрити	0,345	0,08	0,724
5	Нітрати	20,56	40,0	2,38
6	Азот амонійний	0,42	0,5	0,012
7	Хлориди	215,0	300,0	273,0
8	Сульфати	159,0	100,0	125,0
9	Нафтопродукти	0,022	0,05	0,17
10	Розчинений кисень	9,28	6,0	5,26
11	Фосфати	0,09	0,10	0,018

Варіант 39

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	7,8	20,25	11,46
2	Загальна мінералізація	1004,0	1000,0	2145,0
3	БСК5	6,26	3,0	4,75
4	Нітрити	0,328	0,08	0,546
5	Нітрати	0,58	40,0	5,36
6	Азот амонійний	0,33	0,5	0,087
7	Хлориди	235,0	300,0	237,0
8	Сульфати	74,0	100,0	269,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,21
10	Розчинений кисень	10,12	6,0	4,64
11	Фосфати	0,01	0,10	0,023

Варіант 40

№ п/п	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³		
		фонова	ГДК	фактична
1	Завислі речовини	19,5	20,25	13,25
2	Загальна мінералізація	980,0	1000,0	2590,0
3	БСК5	2,37	3,0	4,93
4	Нітрити	0,098	0,08	0,910
5	Нітрати	29,86	40,0	9,21
6	Азот амонійний	0,97	0,5	0,092
7	Хлориди	229,0	300,0	179,0
8	Сульфати	98,0	100,0	199,0
9	Нафтопродукти	0,017	0,05	0,19
10	Розчинений кисень	6,93	6,0	4,59
11	Фосфати	0,015	0,10	0,019

ДОДАТОК Б

Додаток Б.1 – Зміст курсового проекту до розділу «Атмосфера»

ЗМІСТ

ВСТУП

- 1 АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**
- 2 МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЙ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЯКІ МІСТЯТЬСЯ У ВИКИДАХ ПІДПРИЄМСТВ**
- 3 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**
 - 3.1 Характеристика забруднюючої речовини
 - 3.2 Характеристика джерел викидів
 - 3.3 Результати розрахунку отриманих характеристик забруднення атмосфери
 - 3.4 Оцінка впливу забруднення повітря викидами джерел

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

Додаток Б.2 – Зміст курсового проекту до розділу «Вода»

ЗМІСТ

ВСТУП

- 1 АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**
- 2 МЕТОДИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД СУШІ І ЕСТУАРІЇВ УКРАЇНИ.**
- 3 МЕТОДИЧНІ І ОРГАНІЗАЦІЙНІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИХ СКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ТА РОЗРАХУНКУ КРАТНОСТІ ПОЧАТКОВОГО ТА ОСНОВНОГО РОЗВЕДЕННЯ.**
- 4 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**
 - 4.1 Екологічна оцінка якості поверхневих вод суші і естуаріїв України.
 - 4.2 Кратність розведення
 - 4.3 Затвердження гранично допустимого скиду забруднюючих речовин у водотік з урахуванням лімітуючої спроможності водного об'єкта.
 - 4.4 Аналіз асимілюючої здатності водного об'єкта

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

ДОДАТОК В

Таблиця В.1- Результати розрахунку

№ джерела	H	D	V	T	M	C _м	x _м	u _м	C _{ми}	x _{ти}

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1 - Результати розрахунку концентрації домішки на різних відстанях від джерела викиду

№ джерела	X	50	100	300	500	1000	
	Y						
1	0						C _x
	5						C _y
	10						
	15						

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1 – Екологічна оцінка якості поверхневих вод

Показник	Концентрація	Клас	Категорія	Індекс
1 Класифікація якості прісних вод по компонентах сольового складу				
Загальна мінералізація, мг/ дм ³				I ₁ =
Хлориди, мг/ дм ³				
Сульфати, мг/ дм ³				
2 Класифікація якості вод за трофо-сапробіологічними показниками				
Завислі речовини, мг/ дм ³				I ₂ =
Азот амонійний, мг N/дм ³				
Азот нітритний, мг N/дм ³				
Азот нітратний, мг N/дм ³				
Розчинний кисень, мг O ₂ /дм ³				
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³				
Фосфати, мг P/дм ³				
3 Класифікація якості вод за показниками вмісту токсичних і радіоактивних речовин				
Нафтопродукти, мкг/дм ³				I ₃ =

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1 - Результати розрахунку ГДС і $C_{ГДС}$

№ п/п	Сполука стічних вод	Задані концентрації, г/м ³			Результати розрахунку	
		$C_{факт}$	$C_{фон}$	$C_{ГДК}$	ГДС, г/год	$C_{ГДС}$, г/м ³

Таблиця Е.2 - Затверджений гранично допустимий скид стічних вод

№ п/п	Сполука стічних вод	Фактична концентрація, г/м ³	Фактичний скид, г/год	Допустима концентрація, г/м ³	Затверджений скид, г/год

Таблиця Е.3 - Сумарне перевищення ГДК у контрольному, фоновому створах та затвердженому ГДК по відповідним групам ЛОШ

Лімітуюча ознака шкідливості	$\frac{C_i^k}{ГДК_i}$	$\frac{C_i^ф}{ГДК_i}$	$\frac{C_i^{Затв}}{ГДК_i}$
I. Токсикологічний (сума відносин)			
II. Санітарно-токсикологічний (сума відносин)			
III. Рибогосподарський (сума відносин)			

ДОДАТОК Ж

СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНИХ КЛАСИФІКАЦІЙ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД СУШІ ТА ЕСТУАРІЇВ УКРАЇНИ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЗАБРУДНЕННЯ КОМПОНЕНТАМИ СОЛЬОВОГО СКЛАДУ

Таблиця Ж.1 - Класифікація якості прісних гіпо - та олігогалинних вод за критеріями забруднення компонентами сольового складу

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мг/дм ³							
Сума іонів	≤500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1500-2000	>2000
Хлориди	≤20	21-30	31-75	76-150	151-200	201 - 300	>300
Сульфати	≤50	51-75	76-100	101-150	151-200	201 - 300	>300

ДОДАТОК К
ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД СУШІ ТА ЕСТУАРІЇВ ЗА ТРОФО-САПРОБІОЛОГІЧНИМИ (ЕКОЛОГО-САНІТАРНИМИ) КРИТЕРІЯМИ

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Показники, мг/дм ³								
<i>Гідрофізичні:</i>								
Завислі речовини, мг/дм ³	<5	5-10	11-20	21-30	31-50	51-100	>100	
Прозорість, м	> 1,50	1,00-1,50	0,65-0,95	0,50-0,60	0,35-0,45	0,20-0,30	0,20	
<i>Гідрохімічні:</i>								
pH	<u>6.9-7,0</u> 7,1-7,5	<u>6.7-6.8</u> 7,6-7,9	<u>6.5-6.6</u> 8,0-8,1	<u>6.3-6.4</u> 8,2-8,3	<u>6.1-6.2</u> 8,4-8,5	<u>5.9-6.0</u> 8,6-8,7	<5,9 >8,7	
Азот амонійний, мг N/дм ³	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,30	0,31-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50	
Азот нітритний, мг N/дм ³	< 0,002	0,002-0,005	0,006-0,010	0,011-0,020	0,021-0,050	0,051-0,100	>0,100	
Азот нітратний, мг N/дм ³	<0,20	0,20-0,30	0,31-0,50	0,51-0,70	0,71-1,00	1,01-2,50	>2,50	
Фосфор фосфатів, мг P/дм ³	< 0,015	0,015-0,030	0,031-0,050	0,051-0,100	0,101-0,200	0,201-0,300	>0,300	
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	>8,0	7,6-8,0	7,1-7,5	6,1-7,0	5,1-6,0	4,0-5,0	<4,0	
% насичення	<u>96-100</u> 101-105	<u>91-96</u> 106-110	<u>81-90</u> 111-120	<u>71-80</u> 121-130	<u>61-70</u> 131-140	<u>40-60</u> 141-150	<u><40</u> > 150	
Перманганатна окисність, мг O/л	<3,0	3,0-5,0	5,1-8,0	8,1-10,0	10,1-15,0	15,1-20,0	>20,0	
Біхроматна окисність, мг O /дм ³	<9	9-15	16-25	26-30	31-40	41-60	>60	
БСК ₅ , мг O ₂ /дм ³	<1.0	1.0-1.6	1,7-2.1	2.2-4.0	4.1-7,0	7.1-12,0	>12,0	

ДОДАТОК Л
ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗА КРИТЕРІЯМИ ВМІСТУ І БІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ
СПЕЦИФІЧНИХ РЕЧОВИН

Таблиця Л.1 - Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії

Клас якості вод	I		II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7	
Показники, мкг/дм ³								
Ртуть	<0,02	0,02-0,05	0,06-0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,50	>2,50	
Кадмій	<0,1	0,1	0,2	0,3-0,5	0,6-1,5	1,6-5,0	>5,0	
Мідь	< 1	1	2	3-10	11-25	26-50	>50	
Цинк	< 10	10-15	16-20	21-50	51-100	101-200	>200	
Свинець	<2	2-5	6-10	11-20	21-50	51-100	> 100	
Хром (загальний)	<2	2-3	4-5	6-10	11-25	26-50	>50	
Нікель	< 1	1-5	6-10	11-20	21-50	51-100	> 100	
Миш'як	< 1	1-3	4 -5	6-15	16-25	26-35	>35	
Залізо (загальне)	<50	50-75	76-100	101-500	501-1000	1001-2500	>2500	
Марганець	< 10	10-25	26-50	51-100	101-500	501-1250	> 1250	
Фториди	<100	100-125	126-150	151-200	201-500	501-1000	> 1000	
Ціаніди	0	1-5	6-10	10-25	26-50	51-100	> 100	
Нафтопродукти	< 10	10-25	26-50	51-100	101-200	201-300	>300	
Феноли (леткі)	0	<1	1	2	3-5	6-20	>20	
СПАР	0	< 10	10-20	21-50	51-100	101-250	>250	

Таблиця Л.2 - Екологічна класифікація якості поверхневих вод суші та естуаріїв за критеріями специфічних показників радіаційної дії

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Показники, мкг/дм ³							
Сумарна β-активність	< 0,163	0,163-0,206	0,207-0,279	0,280-0,390	0,391-5,550	5,560-9,99	>9,99
⁹⁰ Sr	< 0,023	0,023-0,028	0,029-0,036	0,037-0,111	0,112-1,43	1,44-3,33	>3,33
¹³⁷ Cs	< 0,0044	0,0044-0,0095	0,0096-0,0185	0,0186-0,185	0,186-5,55	5,56-55,5	>55,5

ДОДАТОК М

КЛАСИ I КАТЕГОРІЇ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД СУШІ ТА ЕСТУАРІЇВ УКРАЇНИ ЗА ЕКОЛОГІЧНОЮ КЛАСИФІКАЦІЄЮ

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод	1	2	3	4	5	6	7
Назва класів і категорій якості вод за їх станом	Відмінні	Добрі		Задовільні		Погані	Дуже погані
	Відмінні	Дуже добрі	Добрі	Задовільні	Посередні	Погані	Дуже погані
Назва класів і категорій якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості)	Дуже чисті	Чисті		Забруднені		Брудні	Дуже брудні
	Дуже чисті	Чисті	Досить чисті	Слабко забруднені	Помірно забруднені	Брудні	Дуже брудні

Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни "Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище" для студентів III курсу денної форми навчання 6.040106 "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування"/ Владимирова О.Г., Кур'янова С.О., Бургаз О.А. – Одеса, ОДЕКУ, 2012 р., 86 с., укр. мова.

Підписано до друку ____ 2012. Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 5,73

Тираж 100 прим. Зам. № __

Одеський державний екологічний університет,
65016, м. Одеса, вул. Львівська,