

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з дисципліни

«Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти очної, заочної
та дистанційної форм навчання
спеціальність Е2 «Екологія»

ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

Харків 2026

УДК 504.064.2/.3

ББК

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти очної, заочної та дистанційної форм навчання спеціальність Е2 «Екологія» ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища» / укладач Душкін Станіслав Сергійович: Методичні вказівки. Харків: ХНАДУ, 2026. – 37с.

Методичні вказівки розроблено відповідно вимог освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е2 Екологія.

Зміст практичних занять відповідає робочій програмі навчальної дисципліни ОК 21 «Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля» 2026 р.

Мова навчання – державна

Душкін С.С., 2026
ХНАДУ, 2026

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Характеристика місця розташування підприємства.....	5
2. Характеристика підприємства як забруднювача довкілля.....	5
3. Оцінка впливу підприємства на атмосферу.....	6
4. Розрахунок впливу підприємства на гідросферу.....	14
5. Розробка системи моніторингу навколишнього середовища у зоні впливу підприємства.....	20
Варіанти.....	22
Додаток.....	33

ВСТУП

Дані методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля» розроблені для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е2 «Екологія», ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища».

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти системних знань про принципи, методи та засоби екологічного моніторингу, сучасні підходи до математичного моделювання природних та антропогенних процесів, а також методологію прогнозування стану компонентів довкілля з метою забезпечення екологічної безпеки, раціонального природокористування та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері охорони навколишнього середовища.

Предметом є теоретичні та практичні засади функціонування державної системи моніторингу антропогенного навантаження на компоненти навколишнього середовища; методологія побудови математичних та імітаційних моделей для оцінки розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері, гідросфері та літосфері; принципи екологічного прогнозування та моделювання динаміки біоценозів для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо забезпечення екологічної безпеки.

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є формування сукупності знань, навичок та уявлень щодо предмету дисципліни.

Метою виконання курсової роботи набуття здобувачами навичок щодо проведення робіт з оцінювання рівня забруднення атмосфери та гідросфери, шляхів нормування даних видів забруднення, а також підходів щодо організації системи моніторингу довкілля у зоні впливу промислового підприємства.

За структурою курсова робота складається з 5 основних розділів, вступу, висновків, переліку посилань та додатків (за необхідності) (додаток 1). Курсова робота виконується письмово, обов'язковий усний захист отриманих результатів.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Природні умови району розміщення промислового підприємства

У даному підрозділі курсової роботи необхідно надати докладну характеристику природних умов району розміщення промислового підприємства, згідно варіанту (на основі офіційних даних органів державної влади), у наступній послідовності: природно-кліматичні умови → рельєф місцевості → ландшафти → ґрунти → водні ресурси → мережа природно-заповідного фонду → рослинний та тваринний світ.

1.2 Техногенне навантаження на район розміщення досліджуваного підприємства

У даному підрозділі курсової роботи необхідно провести докладний аналіз умов, факторів та наслідків техногенного навантаження на район розміщення промислового підприємства, згідно варіанту (на основі офіційних даних органів державної влади), розглянувши:

- промислові підприємства-забруднювачі;
- транспортну мережу;
- наявність полігонів складування твердих побутових та промислових відходів, сміттєспалювальних заводів і сміттєпереробних центрів тощо;
- кількість населених пунктів та щільність населення тощо.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ЯК ЗАБРУДНЮВАЧА ДОВКІЛЛЯ

2.1 Особливості роботи підприємства

У даному підрозділі слід надати докладну характеристику підприємства, згідно варіанту, як забруднювача довкілля у наступному вигляді – необхідно навести технологічну схему роботи досліджуваного підприємства зі вказанням основних видів екологічної небезпеки та можливих екодеструктивних наслідків, які притаманні даному типу підприємств.

2.2 Характеристика основних забруднювачів атмосферного повітря від підприємства

Згідно варіантів курсової роботи умовно вважається, що основним забруднювачем атмосферного повітря на досліджуваному підприємстві є котельня, що працює за опалювальним графіком, а основним видом стічних вод, які скитаються від підприємства у поверхневий водний об'єкт, – комунально-побутові, то:

- для атмосферного повітря необхідно надати характеристику сірчаного ангідриду, діоксиду азоту, монооксиду вуглецю та чадного газу;
- для гідросфери – сірчаної та соляної кислот, завислих речовин, нафтопродуктів, а також вплив показників біологічного споживання кисню,

наявності кисню, катіонів кальцію, магнію, натрію, pH та температури водного середовища на швидкість і якість протікання процесів самоочищення.

3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА НА АТМОСФЕРУ

3.1 Розрахунок гранично допустимих викидів на підприємстві

Оскільки, згідно вихідних даних до курсової роботи, величина гранично допустимого викиду (ГДВ) визначається для викиду нагрітої газоповітряної суміші з поодинокого точкового джерела, коли фонові концентрації (C_{Φ}) домішки, що розглядається, не залежить від швидкості та напрямку вітру і є постійною по території населеного пункту, то вона розраховується за формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДВ_{\text{МР}} - C_{\Phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T}, \quad (3.1)$$

де A – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери і визначає умови горизонтального та вертикального розсіювання атмосферних домішок, $\text{с}^{2/3} \cdot \text{град}^{1/3} \cdot \text{мг/г}$;

F – безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осадження шкідливих речовин в атмосферному повітрі;

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

H – висота джерела викиду над рівнем землі, м (для наземних джерел приймається – 2 м);

ΔT – різниця між температурою газоповітряної суміші T_{Γ} , що викидається в атмосферу, та температурою навколишнього атмосферного повітря T_{Π} $^{\circ}\text{C}$;

η – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості на розсіювання домішок;

V_1 – витрати газоповітряної суміші, $\text{м}^3/\text{с}$, які визначаються за формулою:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \omega_0, \quad (3.2)$$

де D – діаметр гирла джерела викиду, м;

ω_0 – середня швидкість виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с .

Значення коефіцієнта A , що відповідає несприятливим метеорологічним умовам, при яких концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі мінімальні, приймають: для України 160 (для розташованих на території України джерел викидів висотою менше 200 м в зоні від 50° до 52° північної широти – 180, а південніше 50° північної широти – 200); для інших територій – згідно рекомендацій.

Величини V_1 і T_{Γ} визначаються технологічними розрахунками або

приймаються у відповідності з діючими для даного виробництва (процесу) нормативами. При розрахунку ГДВ слід приймати найменші значення V_1 і T_{Γ} , що реально спільно спостерігається протягом року при встановлених (звичайних) умовах експлуатації підприємства. При визначенні величини T_{Γ} має враховуватися підсмоктування повітря та охолодження викидів у випадку застосування мокрої пило- та газоочистки.

Величину ΔT (°C) слід визначати, приймаючи температуру повітря T_{Π} рівною його середній температурі о 13-й годині найбільш жаркого місяця року. Для котелень, що працюють за опалювальним графіком, допускається у розрахунок приймати значення T_{Π} рівним середній температурі повітря найбільш холодного місяця.

Величину безрозмірного коефіцієнта F приймають:

– для газоподібних шкідливих речовин та дрібнодисперсних аерозолів, швидкість впорядкованого осадження найбільш крупних фракцій яких не перевищує 3-5 (см/с) – 1;

– для більш крупнодисперсного пилу, коли при середньому експлуатаційному коефіцієнті очищення викидів:

– не менше 90 % – 2;

– від 75 до 90 % – 2,5;

– менше 75 % або при відсутності очищення – 3.

У разі наявності даних щодо розподілу на викиді часток аерозолів за розмірами значення коефіцієнта F приймають в залежності від співвідношення швидкості осадження частинок до небезпечної швидкості вітру v_g/u_m за рекомендаціями.

Незалежно від ефективності пиловловлюючих пристроїв значення коефіцієнта F приймають рівним 3 при розрахунках концентрації пилу в атмосферному повітрі для виробництв, у яких викиди пилу супроводжуються виділенням водяної пари в кількості, достатній, щоб протягом всього року спостерігалася її інтенсивна конденсація образу ж після виходу в атмосферу, а також коагуляція вологих пилових частинок (наприклад, при виробництві глинозему мокрим способом).

Величину безрозмірного параметра m визначають в залежності від параметра f , (м/ (с²·град)), за формулою:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34^3\sqrt{f}}, \quad (3.3)$$

де f обчислюють за виразом:

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3.4)$$

у випадку, якщо значення параметра f відповідає нерівності $f_e < f < 100$, де параметр f_e обчислюють за виразом:

$$f = 1000 \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (3.5)$$

а v'_m (м/с), становить:

$$v'_m = 1,3 \cdot \frac{w_0 \cdot D}{H}, \quad (3.6)$$

Значення коефіцієнта m розраховують за формулою (3.3), в яку замість f підставляють величину f_e .

Величину безрозмірного коефіцієнта n визначають в залежності від параметра v_m за формулами 3.7.1 – 3.7.3:

$$3.7.1) \quad v_m \geq 2 \rightarrow n = 1;$$

$$3.7.2) \quad 0,5 \leq v_m < 2 \rightarrow n = 0,532 v_m^2 - 2,13 v_m + 3,13$$

$$3.7.3) \quad v_m < 0,5 \rightarrow n = 4,4 v_m$$

При цьому v_m обчислюють за наступним рівнянням:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{I_1 \cdot \Delta T}{H}}. \quad (3.8)$$

Безрозмірний коефіцієнт η приймають рівним 1 у випадку, якщо в радіусі 50 H від джерела викиду перепад висот місцевості не перевищує 50 м на 1 км. В інших випадках поправку на рельєф встановлюють на підставі аналізу картографічного матеріалу щодо рельєфу місцевості в радіусі 50 H від джерела, але не менше 2 км.

Якщо поблизу джерела викиду (підприємства), що розглядається, можна виділити окремі ізольовані перешкоди, витягнуті в одному напрямі (гряда, гребінь, видолинок, уступ), то коефіцієнт η визначають за формулою:

$$\eta = 1 + \varphi_1 \cdot (\eta_m - 1), \quad (3.9)$$

де η_m визначають за табл. 3.1 залежно від форм рельєфу, перерізи яких наведені на рис. 3.1, та безрозмірних величин:

$$n_1 = \frac{H}{h_0}, \quad (3.10)$$

$$n_2 = \frac{a_0}{h_0}, \quad (3.11)$$

де n_1 визначають з точністю до десятих, а n_2 – з точністю до цілих;

H – висота джерела, м;

h_0 – висота (глибина) перешкоди, м;

a_0 – на півширина гряди, гребеня, видолинка або протяжність бокового схилу уступу, м;

x_0 – відстань від середини перешкоди у випадку гряди чи видолинка та від верхньої кромки схилу у випадку уступу до джерела, як вказано на рис. 3.1.

Значення функції φ_1 визначають в залежності від відношення $|x_0|/a_0$ приймають x_0/a_0 , як показано на рис.3.1.

Якщо перешкоди являють собою гряди (видолинки), витягнуті в одному напрямі, параметри h_0 і a_0 визначають для перерізу, перпендикулярного цього напрямку. Якщо ізольована перешкода являє собою окремі пагорби (западини), то h_0 вибирають такою, що відповідає максимальній (мінімальній) позначці перешкоди, а n_2 – максимальні крутості схилу, спрямованого до джерела.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта η_m в залежності від n_1 та n_2

n_1	Видолинок (западина)				Уступ				Гряда (пагорб)			
	n_2											
	4–5	6–9	10–15	16–20	4–5	6–9	10–1	16–20	4–5	6–9	10–15	16–20
<0,5	4,0	2,0	1,6	1,3	3,5	1,8	1,5	1,2	3,0	1,5	1,4	1,2
0,6–1	3,0	1,6	1,5	1,2	2,7	1,5	1,3	1,2	2,2	1,4	1,3	1,0
1,1–2,9	1,8	1,5	1,4	1,1	1,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,3	1,2	1,0
3–5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,3	1,2	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,0
>5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

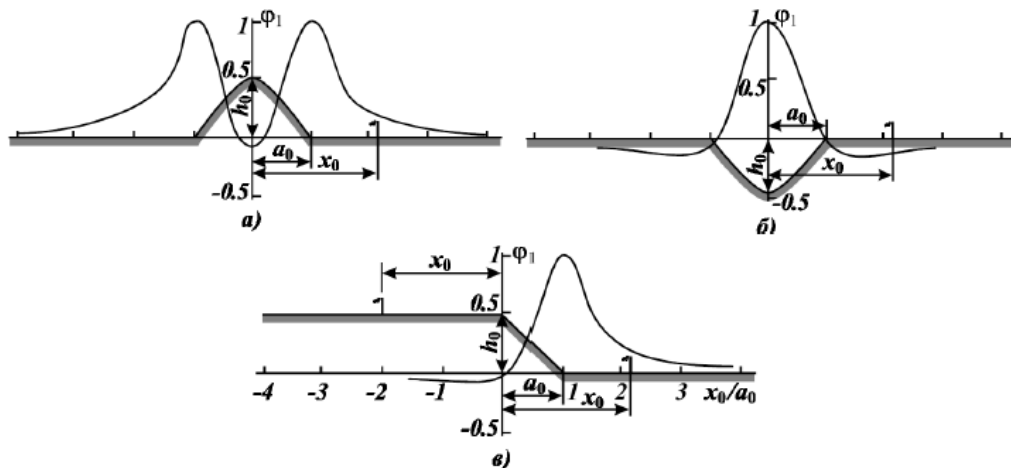


Рисунок 3.1 – Значення функції φ_1 у залежності від співвідношення $|x_0|/a_0$ для різних форм рельєфу:

а – гряди; б – видолинки (западини); в – уступи

Для джерел викидів, що потрапляють у зону впливу декількох ізольованих перешкод, слід визначити коригуючі коефіцієнти η для кожної окремої перешкоди і використати максимальний з них.

3.2 Визначення необхідної висоти труби

Визначення висоти викиду (H) з метою використання ефекту

розсіювання шкідливих речовин в атмосфері здійснюється тільки після того, як передбачене застосування всіх існуючих сучасних засобів по скороченню викидів.

Величину допустимої висоти труби при даному викиді шкідливої речовини $M = \Gamma ДВ$, за якої забезпечується значення суми $C_m + C_\Phi$, що не перевищують $\Gamma ДК_{MP}$, як у даній курсовій роботі згідно виданих варіантів, визначають за наступною схемою.

Спочатку величину H (м), визначають у першому наближенні, коли викид розглядається як холодний, за виразом:

$$H = \left(\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot \eta}{8V_1 \cdot (\Gamma ДК - C_\Phi)} \right)^{3/4}. \quad (3.12)$$

Якщо обчисленому за цією формулою значенню H відповідає $v_m \geq 2$ (м/с), де v_m розраховують за виразом (3.6), і крім того дотримується умова $H = w_0 \sqrt{100/\Delta T}$, то отримана величина H є шуканою мінімальною висотою викиду, яка не потребує подальшого уточнення.

Якщо ж знайденому у першому наближенні значенню H відповідає величина $v'_m < 2$ (м/с), то необхідно уточнити отримане значення H . Для цього по величині v'_m необхідно визначити безрозмірний коефіцієнт n за формулами (3.7). Потім уточнення мінімальної висоти викиду здійснюють методом послідовного наближення за рекурентною формулою:

$$H_{i+1} = H_i \cdot \left(\frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4}, \quad (3.13)$$

де n_i та n_{i-1} — значення обчисленого за формулами (3.7) коефіцієнта n , отримані відповідно при значеннях H_i та H_{i-1} .

Уточнення величини H здійснюють доти, доки два послідовно знайдені значення H_i та H_{i-1} не відрізнятимуться одне від одного менш ніж на 1 м. Якщо при цьому отримане значення H менше чи дорівнює $w_0 \sqrt{100/\Delta T}$, то воно визначає шукану висоту труби.

Якщо знайдене значення H більше за $w_0 \sqrt{100/\Delta T}$ або ж для даного типу джерела це перевищення є очевидним, то для визначення попереднього значення висоти (труби) застосовують формулу:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M \cdot F \cdot \eta}{(\Gamma ДК - C_\Phi) \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}}. \quad (3.14)$$

По знайденому значенню H на підставі формул (3.4), (3.5), (3.6) обчислюють величини f , fe , $v'm$, відповідно, і встановлюють у першому наближенні добуток коефіцієнтів $m = m_1$ та $n = n_1$.

Якщо $m_1 \cdot n_1 \neq 1$, то по m_1 та n_1 визначають друге наближення $H=H_2$ за формулою $H_2 = H \cdot \sqrt{m_1 n_1}$, то подальші $(i+1)$ -і наближення H_{i+1} виконують за рекурентною формулою:

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i \cdot n_i}{m_{i-1} \cdot n_{i-1}}}, \quad (3.15)$$

де m_1 та n_1 відповідають H_1 ; m_{i-1} та n_{i-1} відповідають H_{i-1} .

Якщо джерело викидає декілька різних шкідливих речовин, то при встановленні ГДВ за мінімальну викиду (труби) приймають найбільшу з величин H , що визначені для кожної шкідливої речовини окремо та для кожної групи речовин, які мають ефект комбінованої шкідливої дії.

3.3 Розрахунок категорії небезпеки підприємства

Категорія небезпеки підприємства (КНП) використовується для характеристики змін якості атмосфери через викиди, які здійснюються стаціонарними джерелами, з урахуванням їх токсичності та розраховується за формулою:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ГДК_i} \right)^{a_i}, \quad (3.16)$$

де M_i – маса викиду i -ї речовини, т/рік;

$ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -ї речовини (якщо $ГДК_{сд}$ не визначено, використовують $ГДК_{мр}$ або ОБРВ), мг/м³;

n – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу;

a_i – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i -ї речовини зі шкідливістю сірчастого газу (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Безрозмірна константа у відповідності з класом небезпечності речовин

Клас небезпечності речовини	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Для розрахунку КНП за відсутності середньодобових значень ГДК використовують значення максимально разових ГДК, ОБРВ або зменшені в десять разів значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин.

Значення КНП розраховують за умови, коли, $M_i/ГДК_i > 1$. При

$M_i/\text{ГДК}_i < 1$ значення КНП не розраховується і дорівнює нулю.

Значення КНП щодо речовин, для яких відсутня інформація про ГДК або ОБРВ, прирівнюються до маси викидів даних речовин. За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності, від яких залежить нормативний розмір санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Граничні умови для виділення підприємства за категоріями небезпечності наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорія небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^6$	1000
II	$10^6 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

У залежності від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів.

3.4 Уточнення розміру санітарно-захисної зони підприємства

Санітарно-захисна зона – це спеціально організована територія, яка встановлюється від джерела шкідливості (у тому числі від джерела забруднення атмосфери) до межі житлової забудови, ділянок оздоровчих закладів, місць відпочинку, садівницьких товариств та інших подібних об'єктів.

Розміри СЗЗ (м), які встановлюються у відповідності до чинних санітарних норм згідно [Наказу МОЗ №173 від 19.06.96](#) «Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», повинні перевірятися розрахунком забруднення атмосфери відповідно до вимог з урахування перспективи розвитку підприємства і фактичного забруднення атмосферного повітря. Розміри СЗЗ мають уточнюватися окремо для різних напрямів вітру в залежності від результатів обчислення забруднення атмосфери та середньорічної рози вітрів розташування підприємства за формулою:

$$l = L_0 \cdot \frac{P}{P_0}, \quad (3.17)$$

де l – розрахункова розмір СЗЗ, м;

L_0 – розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямі, де концентрація шкідливих речовин (з урахуванням фонові концентрації від інших джерел) перевищує ГДК, м;

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

P_0 – повторюваність напрямів вітрів румба при круговій розі вітрів, % (наприклад, при восьми румбовій розі вітрів $P_0 = 100/8 = 12,5$ %).

Якщо відповідно до передбачених технічних рішень та розрахунків забруднення атмосфери розміри СЗЗ для підприємства виявляються більшими за встановлені санітарними нормами, то необхідно переглянути проектні рішення і забезпечити виконання вимог санітарних норм за рахунок зменшення обсягів викидів шкідливих речовин в атмосферу, збільшення висоти їх викиду з урахуванням встановлених обмежень тощо. Якщо і після додаткового перегляду рішень не будуть виявлені технічні можливості забезпечення нормативних розмірів СЗЗ, то розміри l приймають у відповідності з результатами розрахунку забруднення атмосфери за погодженням органів МОЗ та Держбуду України.

Для тих напрямків, де обчислена величина l виявляється меншою за нормативний розмір СЗЗ, корекцію розміру СЗЗ не здійснюють і приймають її рівною нормативній величині. Для побудови розмірів СЗЗ на ситуаційному плані в точці, що відповідає джерелу викидів, відкладають 8 румбів. На протилежному кожному румбу напрямі відкладають у масштабі ситуаційного плану скориговану величину СЗЗ. Наприклад, l для південного румба дорівнює 350 м, і цю величину необхідно відкласти вздовж північного румба з тим, щоб продовжити СЗЗ у небезпечному напрямі, оскільки південні вітри відноситимуть забруднення на північ.

У даному розділі курсової роботи необхідно не тільки розрахувати розміри СЗЗ за румбами, згідно варіантів, заповнивши таблицю 3.4, та й побудувати її у графічному вигляді (рис. 3.2).

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку розмірів СЗЗ

Румби	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	ПдЗ-х	Зх	Пн-Зх
Повторюваність напрямку вітрів, P , %								
Розмір СЗЗ, l , м								

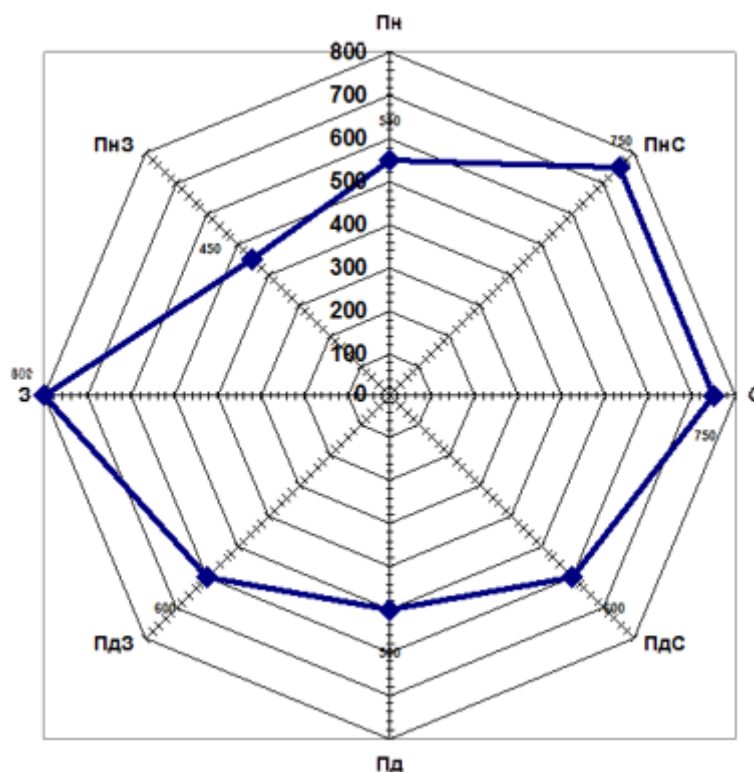


Рисунок 3.2 – Приклад схеми санітарно-захисної зони підприємства

4. РОЗРАХУНОК ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА НА ГІДРОСФЕРУ

4.1 Визначення кратності розбавлення зворотних вод у водному об'єкті

У водотоці скинуті у нього зворотні води разом з річковою водою, що їх розбавляє, рухаються вздовж течії річки. При цьому виділяють такі основні зони:

- зону випуску зворотних вод;
- зону практично повного змішування стічної рідини з водою водного об'єкту;
- зону найбільшого забруднення;
- зону відновлення, де закінчується процес самоочищення.

Ступінь змішування зворотних та річкових вод залежить від витрат води у річці, швидкості течії, глибини звивистості русла, гідравлічної характеристики ложа, витрат зворотних вод, умов випуску та низки інших факторів.

За решти рівних умов кратність розбавлення стічної рідини з водою водотоку залежить від конструкції випусків, які можуть бути розпорошуючими та зосередженими. Останні набули найбільшого поширення, оскільки улаштування розпорошуючих випусків є досить дорогою та складною задачею.

Згідно варіантів курсової роботи розрахунок буде вестися на відстані основного розбавлення зосередженого випуску зворотних вод у рівнинну річку.

Кратність основного розбавлення зворотних вод у максимально забрудненій частині будь-якого річкового потоку визначають за рівнянням:

$$n_0 = \frac{\gamma \cdot Q + q}{q}, \quad (4.1)$$

де Q – розрахункові витрати річкової води у маловодний місяць року 95 %-ї забезпеченості, м³/с;

q – витрати зворотних вод, м³/с;

γ – коефіцієнт змішування, що показує, яка частка річкових витрат змішується із зворотними водами у максимально забрудненій частині (створі) річкового потоку. Визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}, \quad (4.2)$$

де e – основа натурального логарифму, 2,72;

L – відстань від випуску до створу, що розглядається, по осі потоку, м;

α – коефіцієнт, який враховує гідравлічні умови в річці, обчислюється за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \sqrt[3]{\frac{D}{q}}, \quad (4.3)$$

де ξ – коефіцієнт, який залежить від місця випуску зворотних вод (при зосередженому випуску біля берега $\xi = 1$, при випуску на стрижень річки $\xi = 1,5$);

φ – коефіцієнт звивистості річки або фарватеру, визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{L}{L_{\pi}}, \quad (4.4)$$

де L – відстань від випуску зворотних вод у річку до створу, що розглядається, по осі потоку, м;

L_{π} – відстань від випуску зворотних вод у річку до створу, що розглядається, по прямій, м;

Для визначення розрахункових витрат річкової води у маловодний місяць року 95 %-ї забезпеченості (Q) визначаються мінімальні середні витрати води у річці по кожному року, надані згідно варіантів, та розташовуються (у вигляді таблиці) у порядку їх зменшення.

Визначення розрахункових витрат річкової води виконується методом лінійної інтерполяції на основі визначеного номеру розрахункової витрати,

що відповідає маловодному місяцю року 95 %-ї забезпеченості, за формулою:

$$m = 0,95 \cdot (N - 1) \quad (4.5)$$

де N – кількість витрат за період спостережень.

4.2 Розрахунок гранично допустимого скиду стічних вод у водний об'єкт

Гранично допустима концентрація (ГДС) являє собою масу речовини у стічних водах, максимально допустиму до відведення зі встановленим режимом у даному пункті водного об'єкту у одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті.

Величини ГДС (г/год.) забруднюючих речовин для всіх категорій водокористувачів визначають за формулою:

$$ГДС = q \cdot C_{ГДС}, \quad (4.6)$$

де q – максимальні годинні витрати зворотних вод, м³/год.;

$C_{ГДС}$ – допустима концентрація забруднюючої речовини у зворотних водах, г/м³.

Для окремого випуску стічних вод у водні об'єкти без урахування неконсервативності речовини рівняння масового балансу за умови дотримання норм якості вод у водному об'єкті після випуску зворотних вод має вигляд:

$$C_{\Phi} \cdot \gamma \cdot Q + C_{ГДС} \cdot q \leq C_{ГДК} \cdot (\gamma \cdot Q + q), \quad (4.7)$$

де Q та q – витрати річкових та зворотних вод у однакових одиницях виміру;

γ – коефіцієнт змішування, який визначає частку розрахункових витрат водотоку Q , що реально може примати участь у розбавленні зворотних вод, визначається за формулою (4.2) на відстані 500 м від місця їх випуску (відстань приймається при рибогосподарському використанні водного об'єкта);

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація речовини у водному об'єкті, г/м³;

$C_{ГДС}$ – допустима концентрація речовини у зворотних водах, г/м³;

C_{Φ} – фонові концентрації забруднюючої речовини у водотоці вище місця випуску зворотних вод, г/м³.

Виходячи з (4.6), допустима концентрація речовин у зворотних водах визначається за формулою:

$$C_{ГДС} = n \cdot (C_{ГДК} - C_{\Phi}) + C_{\Phi}, \quad (4.8)$$

де n – кратність розбавлення стічних вод, визначається за (4.1).

При встановленні ГДС речовин, для яких нормується приріст до

природного фону (завислі речовини, Al , Cu , Mo , F тощо), рівняння масового балансу має вигляд:

$$C_{\phi} \cdot \gamma \cdot Q + C_{ГДС} \cdot q \leq (C_{\phi} + C_{ГДП} \cdot (\gamma \cdot Q + q)), \quad (4.9)$$

де $C_{ГДП}$ – гранично допустимий приріст вмісту речовини до природного фону, $г/м^3$, який визначається за формулою:

$$C_{ГДП} = C_{ГДК} - C_{\phi}. \quad (4.10)$$

Отже, $C_{ГДС}$, у даному випадку, визначається за формулою:

$$C_{ГДС} = n \cdot C_{ГДП} + C_{\phi}. \quad (4.11)$$

Гранично допустимий скид органічних речовин по показнику біохімічного споживання кисню (БСК) розраховують за формулою:

$$C_{ГДС} = n \cdot [(C_{ГДК} - C_{ОД}) \cdot e^{t \cdot k_1} - C_{\phi}] + C_{\phi}, \quad (4.12)$$

де $C_{ОД}$ – БСК_{повн}, обумовлене метаболітами та органічними речовинами, що змиваються у водотік з атмосферними опадами з площі водозабору на останній ділянці шліху перед контрольним створом довжиною 0,5 добового пробігу. Величина $C_{ОД}$ ($г \cdot O_2/м^3$) приймається: для гірських річок – 0,6–0,8, для рівнинних з бідними на органічні речовини ґрунтами – 1,7–2, для рівнинних з багатими на органічні речовини ґрунтами – 2,3–2,5. Якщо відстань від випуску зворотних вод до контрольного створу менша за 0,5 добового пробігу, то $C_{ОД} = 0$ (приймається згідно вихідних даних до курсової роботи);

t – тривалість переміщення води від місця випуску зворотних вод до розрахункового створу (діб);

k_1 – усереднене значення коефіцієнта неконсервативності органічних речовин, які обумовлюють БСК_{повн} фону та зворотних вод (доба⁻¹).

Тривалість переміщення води від місця випуску зворотних вод до розрахункового створу (t), визначається за формулою:

$$t = \frac{L}{86400 \cdot v_{\text{сеп}}}, \quad (4.13)$$

де $v_{\text{сеп}}$ – середня швидкість течії, $м/с$;

Усереднене значення коефіцієнта неконсервативності органічних речовин, які обумовлюють БСК_{повн} фону та зворотних вод (k_1), визначається за формулою:

$$k_1 = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{L_0^3 + (n-1) \cdot L_0^P}{L_0^3 - L_t^3 + (n-1) \cdot (L_0^P - L_t^P)}, \quad (4.14)$$

де L_0^P , L_t^P , L_0^3 , L_t^3 – відповідно БПС_{повн} та БСК₅ річкової і зворотної вод, мг·O₂/л;

t – час, необхідний для окислення органічних речовин (5 діб).

Перерахунок отриманого для літнього періоду значення константи швидкості споживання кисню за формулою (4.14) у значення k^0 , що відповідає зимовому режиму ($T=2^\circ\text{C}$), доцільно вести за формулою:

$$k_{1(2^\circ)} = k_{1(20^\circ)} \cdot 1,047^{T-20^\circ}. \quad (4.15)$$

Перевірка можливості випуску зворотних вод з даною концентрацією органічних речовин за умови дотримання нормативного вмісту розчиненого кисню у водоймі виконується за формулою:

$$C_{ГДС} = \frac{Q}{0,4 \cdot q} \cdot (O_\phi - 0,4 \cdot C_\phi - O_{ГДВ}) - \frac{O_{ГДВ}}{0,4}, \quad (4.16)$$

де O_ϕ – фоновий вміст розчиненого кисню у поверхневих водах до місця випуску стічних вод, г·O₂/м³;

C_ϕ – БСК_{повн} поверхневих вод до місця випуску зворотних вод, г·O₂/м³;

$O_{ГДВ}$ – найменший вміст розчиненого кисню, який повинен залишатися у воді водного об'єкта, г·O₂/м³.

При визначенні необхідного ступеня очищення зворотних вод по органічних речовинах приймається найменша з величин БСК, обчислених за рівняннями (4.12) та (4.16).

Допустима концентрація нафтопродуктів у зворотних водах визначається за формулою (4.6), з урахуванням ГДК нафтопродуктів у річковій воді, яка становить 0,05 мг/л.

Окрім значної кількості органічних забрудників, зворотні води містять значні кількості соляної та сірчаної кислот, концентрація яких у максимально забрудненій частині річки визначається за формулою:

$$C_{\text{макс}}^{\text{НА}} = \frac{C_3^{\text{НА}} - C_\phi}{n} \cdot C_\phi, \quad (4.17)$$

де $C_3^{\text{НА}}$ – концентрація відповідної кислоти (HSO_4 або HCl) у зворотних водах, мг/л;

C_ϕ – фонові концентрації кислот у річці, яка у даному випадку дорівнює 0.

Активна реакція pH річкової води після скидання у неї стічних вод

визначається за формулою:

$$pH = pK_1 + \lg \frac{0,72 \cdot HCO_3^- - x}{CO_2^B + x} - \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}, \quad (4.18)$$

де pK_1 – від’ємний логарифм константи першого ступеня дисоціації вугільної кислоти, яка залежить від температури (табл. 4.1);

HCO_3^- – концентрація бікарбонатів у поверхневих водах, мг/л;

CO_2^B – кількість вільної вуглекислоти, мг/л;

μ – величина іонної сили річкової води після скидання зворотних вод;

x – кількість вуглекислоти, що вивільняється з бікарбонатів соляною та сірчаною кислотами, мг/л.

Таблиця 4.1 – Константа першого ступеня дисоціації вугільної кислоти K_1

Температура, °C	0	10	20	25	30
K_1	$2,61 \cdot 10^{-7}$	$3,34 \cdot 10^{-7}$	$4,05 \cdot 10^{-7}$	$4,31 \cdot 10^{-7}$	$4,52 \cdot 10^{-7}$

Кількість вільної вуглекислоти (CO_2^B) визначається за формулою:

$$CO_2^B = \frac{0,72 \cdot HCO_3^-}{10^{\frac{pH - pK_1 + \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}}{1}}}, \quad (4.19)$$

Твердий залишок у річковій воді (перед скиданням стічних вод) незначний, тому величиною $\sqrt{\mu}/(1 + \sqrt{\mu})$ можна знехтувати, тоді вираз (4.19) прийме наступний вигляд:

$$CO_2^B = \frac{0,72 \cdot HCO_3^-}{10^{pH - pK_1}}. \quad (4.20)$$

Величина іонної сили річкової води (μ) після скидання зворотних вод знаходиться за формулою:

$$\mu = 0,5 \sum_{i=1}^n (C_i \cdot Z_i^2), \quad (4.21)$$

де C_i – концентрація кожного з іонів, що знаходяться у розчині, у грам/іонах;

Z_i – валентність цих же іонів.

Кількість вивільненої вуглекислоти (x) визначається за

формулою:

$$x = x_{H_2SO_4} + x_{HCl}, \text{ де}$$

$$x_{H_2SO_4} = \frac{88}{98} \cdot C_{\text{макс}}^{H_2SO_4};$$

$$x_{HCl} = \frac{88}{73} \cdot C_{\text{макс}}^{HCl}. \quad (4.22)$$

Якщо отримане значення pH знаходиться у проміжку 6,5–8,35, то кислоти перед скиданням їх зі зворотними водами нейтралізації не потребують.

5. РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА У ЗОНІ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВА

5.1 Визначення кількості та місця розташування постів спостережень за станом атмосферного повітря району дослідження

У розділі необхідно визначити кількість та місця розташування постів спостережень за станом атмосферного повітря району дослідження згідно нижче наведених методик.

Пости спостереження за забрудненням атмосферного повітря бувають стаціонарні, маршрутні та пересувні.

Кількість стаціонарних постів визначають залежно від чисельності населення. (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Залежність кількості стаціонарних постів спостереження від чисельності населення

Кількість населення, тис. осіб	<50	50–100	100–200	200–500	500–1000	1000–2000	>2000
Кількість постів, шт.	1	2	3	3–5	5–10	10–15	15–50

Маршрутні пости розміщують в точках перетину концентричних кіл з радіальними лініями, що вказують напрямки світу (рис. 5.1).

Концентричні кола мають такі радіуси: 0,5 R; R; 1,5R.

Радіус концентричного кола розраховують, виходячи з наступної формули:

$$R=20 \cdot H, \quad (5.1)$$

де H – висота джерела викиду, м.

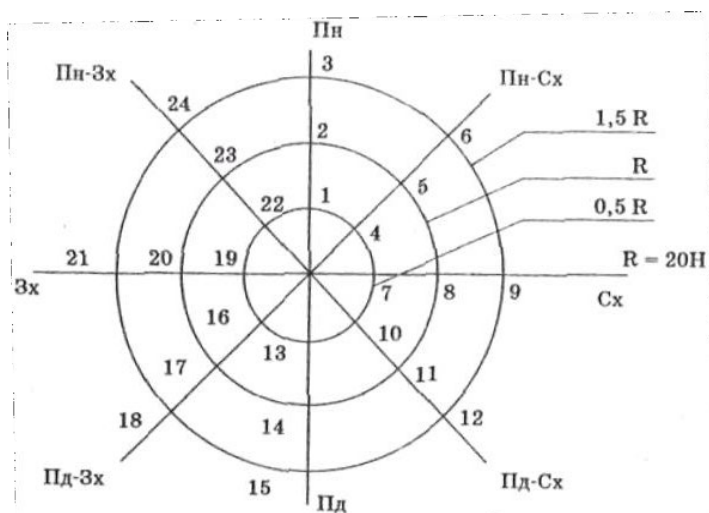


Рисунок 5.1 – Схема розташування маршрутних постів спостереження

Відбір проб на під факельних постах проводять за напрямком вітру в точках перетину переважаючого напрямку з колами радіусами: 0,2; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 20 км, на межі санітарної зони та на межі санітарної зони +200 м, а також на відстані формування максимальних концентрацій. На кожному колі, по обидві сторони від осі факела, на відстані $1/25 R$ кола, встановлюють ще 2 пости спостереження.

Точки відбору проб на пересувних постах спостереження показують графічно (рис. 5.2).

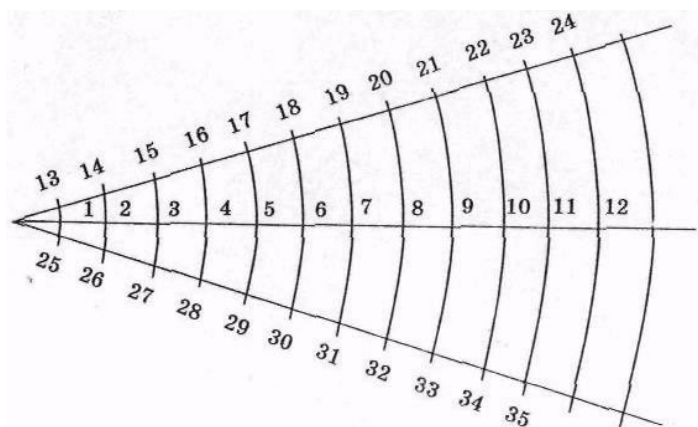


Рисунок 5.2 – Розміщення точок відбору проб при спостереженнях на пересувних постах

5.2 Визначення умов розташування пунктів спостереження за якістю водного об'єкту у зоні впливу промислового підприємства

У розділі необхідно обґрунтувати (згідно нормативних вимог) умови розміщення пунктів спостереження за якістю за якістю води у водному об'єкті, до якого відбувається скид зворотних вод досліджуваного підприємства. визначити основні вимоги щодо розміщення створів пункту спостереження, а також горизонталей та вертикалей обраних створів згідно вимог законодавства України.

ВАРІАНТИ

Вихідні дані для розрахунку ГДВ та КНП

№ вар.	Район Харківської області	Підприємство	Висота труби, м	Діаметр гирла, м	Швидк. вих. газопил. суміші, м/с	Температура газопил. суміші, °C	Потужність викиду з.р., г/с			
							M_{SO_2}	M_{NO_2}	M_{CO}	M_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Балаклійський	Птахофабрика	28	1,10	8,5	130	12	0,3	0,1	2,4
2	Барвенківський	Свиноферма	41	1,60	9,0	128	10	0,2	0,2	2,6
3	Близнюківський	Деревообробний комбінат	54	1,50	5,5	145	11	0,4	0,3	2,2
4	Богодухівський	Олійножировий комбінат	25	1,10	6,5	140	13	0,6	0,1	2,9
5	Борівський	Автотранспортне підприємство	30	1,35	7,0	125	16	0,5	0,3	3,0
6	Валківський	Мукомельна фабрика	32	1,38	6,0	120	17	0,3	0,2	1,9
7	Великобурлуцький	Горілчаний завод	44	1,60	7,3	110	12	0,2	0,1	2,2
8	Вовчанський	Шкіряна фабрика	40	1,52	6,8	115	10	0,4	0,4	2,5
9	Двуречанський	Станція технічного обслуговування	31	1,30	7,2	110	11	0,7	0,5	3,1
10	Дергачівський	Птахофабрика	29	1,25	7,4	105	13	0,1	0,1	3,2
11	Зачепилівський	Деревообробний комбінат	42	1,52	8,0	120	14	0,3	0,3	2,5
12	Зміївський	Автотранспортне підприємство	37	1,45	8,7	125	23	0,2	0,2	2,4
13	Золочівський	Горілчаний завод	25	1,00	8,2	130	11	0,4	0,4	1,9
14	Ізюмський	Деревообробний комбінат	30	0,90	6,3	140	13	0,5	0,1	3,2

Продовження

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Кегичівський	Свиноферма	32	0,90	7,8	135	12	0,1	0,4	3,0
16	Коломакський	Автотранспортне підприємство	30	1,10	6,0	125	10	0,6	0,5	4,3
17	Красноградський	Птахофабрика	44	1,60	7,3	110	14	0,2	0,3	2,7
18	Краснокутський	Свиноферма	40	1,50	6,8	125	16	0,1	0,3	2,8
19	Куп`янський	Деревообробний комбінат	37	1,45	7,4	130	15	0,2	0,4	3,0
20	Лозівський	Станція технічного обслуговування	25	0,95	8,0	145	17	0,3	0,1	2,9
21	Нововодолазький	Горілчаний завод	30	1,26	8,7	160	14	0,5	0,2	2,6
22	Первомайський	Автотранспортне підприємство	54	1,75	6,3	155	12	0,4	0,1	2,4
23	Печенізький	Птахофабрика	25	0,85	7,8	145	11	0,5	0,3	2,2
24	Сахновщанський	Деревообробний комбінат	30	1,20	7,3	135	10	0,4	0,2	2,3
25	Харківський	Горілчаний завод	32	1,15	6,8	125	12	0,2	0,1	3,4
26	Чугуївський	Станція технічного обслуговування	44	1,53	6,0	120	13	0,1	0,2	2,9
27	Шевченківський	Деревообробний комбінат	40	1,55	7,3	130	14	0,3	0,4	2,4

Примітка. На підприємстві основним забруднювачем атмосферного повітря є котельня, яка працює за опалювальним графіком на твердому паливі. Очищення димових газів не передбачено.

Вихідні дані для розрахунку СЗЗ

Варіант 1. Балаклійський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	8,0	5,2	11,0	15,7	15,2	12,5	18,8	13,6

Варіант 2. Барвенківський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	11,3	7,6	9,9	13,5	14,3	11,0	16,0	16,4

Варіант 3. Близнюківський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	17,8	12,6	14,1	12,0	11,1	10,4	12,8	9,2

Варіант 4. Богодухівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	8,6	11,9	20,0	17,9	10,3	10,8	12,9	7,6

Варіант 5. Борівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	9,3	7,7	8,7	13,5	12,8	11,5	18,9	17,6

Варіант 6. Валківський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	12,2	9,9	15,7	26,2	11,2	5,2	6,6	13,0

Варіант 7. Великобурлуцький район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	17,2	14,0	11,7	12,5	12,0	10,4	11,2	11,0

Варіант 8. Вовчанський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	5,8	3,1	15,8	16,6	4,5	9,6	23,4	21,2

Варіант 9. Двуречанський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	13,6	9,1	8,8	12,8	13,0	11,5	17,7	13,5

Варіант 10. Дергачівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	14,3	9,1	12,2	12,7	15,1	7,0	13,3	16,3

Варіант 11. Зачепилівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	5,5	10,6	24,8	12,1	8,1	10,9	18,4	9,6

Варіант 12. Зміївський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	7,4	5,7	9,5	20,9	8,9	11,7	23,3	12,6

Варіант 13. Золочівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	16,6	15,4	12,8	8,0	14,9	9,0	9,2	14,1

Варіант 14. Ізюмський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	18,3	12,1	8,6	7,0	14,3	10,9	14,7	14,1

Варіант 15. Кегичівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	10,6	14,1	14,3	10,5	11,0	11,9	15,8	11,8

Варіант 16. Коломацький район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	8,1	5,6	12,1	14,6	11,1	12,8	25,0	10,7

Варіант 17. Красноградський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	9,4	9,2	13,6	17,5	12,1	10,5	15,0	12,7

Варіант 18. Краснокутський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	3,5	2,2	13,0	11,0	5,3	2,5	15,0	13,7

Варіант 19. Куп'янський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	10,1	11,2	18,6	13,9	9,4	11,2	14,7	10,9

Варіант 20. Лозівський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	14,5	16,3	14,6	9,4	9,9	12,7	11,5	11,1

Варіант 21. Нововодолазький район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	8,0	2,3	4,9	15,0	10,0	1,1	7,2	13,2

Варіант 22. Первомайський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	14,3	9,1	14,4	8,1	12,2	13,6	13,6	14,7

Варіант 23. Печенізький район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	12,7	9,2	11,5	10,0	14,9	13,1	16,7	11,9

Варіант 24. Сахновщанський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	6,8	11,7	25,4	15,2	4,8	6,0	10,9	32,2

Варіант 25. Харківський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	14,5	16,3	14,6	9,4	9,9	12,7	11,5	11,1

Варіант 26. Чугуївський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	18,3	12,1	8,6	7,0	14,3	10,9	14,7	14,1

Варіант 27. Шевченківський район

Сторона світу	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %	5,8	3,1	15,8	16,6	4,5	9,6	23,4	21,2

Мінімальні середньомісячні витрати води в досліджуваній річці по роках

Витрати води, проранжовані у порядку зменшення від 1998 до 2015 р.																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Рік	2000	2015	2002	2010	2009	2003	2006	2005	2004	2007	2008	1999	1998	2011	2014	2013	2012	2001
Варіант 1																		
Q, м ³ /с	455	412	370	358	310	301	287	244	229	216	200	193	178	156	147	129	119	115
Варіант 2																		
Q, м ³ /с	663	660	647	618	605	600	582	543	516	506	471	420	393	315	281	228	156	128
Варіант 3																		
Q, м ³ /с	663	666	657	628	615	610	562	513	506	500	483	410	396	325	291	184	128	101
Варіант 4																		
Q, м ³ /с	588	551	543	404	380	356	302	288	253	226	200	193	187	161	144	136	112	110
Варіант 5																		
Q, м ³ /с	780	756	680	504	480	456	399	315	270	214	200	181	164	163	155	151	136	128
Варіант 6																		
Q, м ³ /с	518	501	466	418	395	354	302	258	244	207	195	173	166	141	139	128	99	93
Варіант 7																		
Q, м ³ /с	613	559	515	509	430	415	361	301	238	220	208	161	148	130	128	126	119	113
Варіант 8																		
Q, м ³ /с	487	480	456	429	400	348	331	320	215	200	198	188	173	166	160	150	145	144
Варіант 9																		
Q, м ³ /с	456	413	371	359	311	302	288	245	230	217	201	194	179	157	148	131	119	116
Варіант 10																		
Q, м ³ /с	664	661	648	619	606	601	583	544	517	507	472	421	394	316	282	238	187	127
Варіант 11																		
Q, м ³ /с	664	662	549	519	506	504	483	444	417	407	372	321	294	216	182	164	115	99
Варіант 12																		
Q, м ³ /с	589	552	544	405	381	357	303	289	254	227	201	194	188	162	145	126	114	111

Продовження

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Варіант 13																		
Q, м ³ /с	781	757	681	505	481	457	396	316	271	215	204	182	165	164	156	151	130	127
Варіант 14																		
Q, м ³ /с	519	502	467	419	396	355	303	259	245	208	196	174	167	142	137	125	113	98
Варіант 15																		
Q, м ³ /с	614	558	516	507	431	416	362	300	236	221	209	162	149	131	129	127	115	114
Варіант 16																		
Q, м ³ /с	488	481	457	428	404	349	332	321	216	201	199	189	174	167	161	159	150	145
Варіант 17																		
Q, м ³ /с	518	410	368	356	308	299	285	242	227	214	196	191	176	154	145	131	119	113
Варіант 18																		
Q, м ³ /с	678	658	645	616	603	598	580	541	514	504	469	418	391	313	279	254	203	126
Варіант 19																		
Q, м ³ /с	699	664	655	626	613	608	560	511	504	498	481	408	394	323	289	155	127	100
Варіант 20																		
Q, м ³ /с	601	549	541	402	378	354	300	286	251	224	198	191	185	159	142	136	115	108
Варіант 21																		
Q, м ³ /с	781	754	676	504	478	454	397	313	268	212	197	179	162	161	153	152	129	126
Варіант 22																		
Q, м ³ /с	516	499	464	416	393	352	307	256	242	205	193	171	164	139	137	131	100	91
Варіант 23																		
Q, м ³ /с	505	478	454	427	398	346	329	318	213	197	194	186	171	168	158	153	145	142
Варіант 24																		
Q, м ³ /с	591	557	513	507	428	413	359	293	236	218	2016	157	146	129	126	123	110	112
Варіант 25																		
Q, м ³ /с	614	599	564	516	493	452	407	356	342	305	293	271	264	239	237	215	199	191
Варіант 26																		
Q, м ³ /с	682	513	418	415	381	377	315	279	262	216	191	186	171	133	131	129	104	111
Варіант 27																		
Q, м ³ /с	667	647	634	605	590	577	569	530	503	481	478	407	380	302	287	261	224	112

Вихідні дані для розрахунку кратності розбавлення

Варіант	Кількість зворотних вод, м³/добу	Відстань до пункту водокористування по осі потоку, км	Відстань між пунктами по прямій, км	Середня швидкість течії, м/с	Середня глибина річки, м
1	45000	13,4	9,4	0,41	2,1
2	48000	16,0	13,1	0,35	1,9
3	41205	15,8	11,8	0,61	3,3
4	38888	12,3	10,1	0,71	3,0
5	50120	22,6	19,6	0,35	1,9
6	39000	15,1	13,9	0,29	2,2
7	45800	16,8	12,1	0,47	2,8
8	49400	13,6	12,9	0,36	3,0
9	41000	19,1	16,1	0,71	1,7
10	52000	17,4	15,3	0,33	1,6
11	35250	16,5	12,4	0,41	2,8
12	47500	14,1	11,9	0,28	2,2
13	48150	14,5	10,9	0,31	2,7
14	33160	13,4	11,5	0,39	2,2
15	46230	16,9	14,3	0,42	1,8
16	47125	17,1	13,8	0,56	3,1
17	30000	17,8	16,0	0,55	2,2
18	50500	14,9	11,7	0,63	2,1
19	49300	19,5	17,5	0,53	1,6
20	44550	19,1	18,1	0,66	2,7
21	50250	17,2	13,9	0,25	2,1
22	38450	15,4	12,4	0,40	3,5
23	43800	14,3	9,3	0,33	3,3
24	37850	10,4	8,6	0,46	1,5
25	51333	15,1	13,8	0,45	1,7
26	40160	15,7	12,7	0,37	2,6
27	46390	17,2	14,5	0,31	2,2

Вихідні дані для розрахунку ГДС забруднюючих речовин

Вар-т	Кількість скиду к-т, т		Значення показників води досліджуваної ділянки, мг/екв.									
	H_2SO_4	HCL	O_2^*		БСК _{повн}		БСК ₅		Завислі речов.		Нафтопр.	
			П _л	П _з	З	П	З	П	З	П	З	П
1	1,0	0,6	7,9	6,9	950	1,98	730	1,52	95	11,8	35	0,012
2	0,9	0,35	8,3	7,3	1050	2,02	740	1,77	97	12,1	37	0,014
3	1,1	0,66	8,25	7,25	1000	2,93	810	1,87	99	11,9	41	0,018
4	1,4	0,61	8,0	7,0	980	1,90	800	1,91	87	12,5	39	0,015
5	0,85	0,28	8,2	7,2	890	1,87	814	1,88	88	12,1	42	0,021
6	0,91	0,45	8,3	7,3	925	1,88	780	1,95	78	12,4	36	0,019
7	1,2	0,77	8,1	7,2	1120	2,69	765	1,99	96	11,8	40	0,025
8	1,25	0,94	7,9	6,9	990	2,23	770	1,87	94	13,1	37	0,014
9	0,95	0,45	7,3	6,3	980	2,09	785	1,78	89	12,5	41	0,017
10	1,3	0,75	8,05	7,05	995	2,78	815	1,96	91	12,7	38	0,021
11	1,1	0,41	7,74	6,74	1120	2,56	795	1,54	93	11,8	35	0,018
12	1,2	0,71	8,05	7,05	1001	2,81	800	1,87	105	12,1	34	0,017
13	0,8	0,38	6,9	5,9	963	1,90	814	1,91	102	11,9	42	0,012
14	1,45	0,91	7,45	6,45	880	1,87	780	1,88	104	12,5	40	0,014
15	1,25	0,38	8,15	7,15	1120	1,88	765	1,95	94	12,1	41	0,018
16	1,15	0,55	8,31	7,31	990	2,69	770	1,99	98	12,4	35	0,015
17	1,3	0,67	7,59	6,59	980	2,23	770	1,87	95	11,8	37	0,021
18	1,19	0,39	7,85	6,85	995	2,78	785	1,87	97	13,1	41	0,021
19	1,17	0,81	7,41	6,41	995	2,56	815	1,78	99	11,8	39	0,018
20	0,96	0,45	8,06	7,06	1120	2,81	795	1,96	87	12,1	42	0,017
21	1,05	0,66	8,15	7,15	1001	1,90	800	1,54	88	11,9	36	0,012
22	1,25	0,54	8,11	7,11	963	1,87	814	1,87	87	12,5	37	0,014
23	1,37	0,81	7,48	6,48	880	2,02	730	1,52	88	12,1	41	0,019
24	1,08	0,43	6,91	5,91	1120	2,93	740	1,77	78	11,8	38	0,025
25	1,85	0,77	7,09	6,09	1000	1,90	810	1,87	96	12,1	35	0,014
26	2,1	0,74	7,56	6,56	980	1,87	800	1,91	94	11,9	34	0,017
27	1,9	0,81	7,93	6,93	890	2,01	787	1,93	89	12,5	39	0,021

Вихідні дані для розрахунку ГДС забруднюючих речовин

Вар-р																
	Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^+		SO_4^{2-}		Cl^-		HCO_3^-		pH		Т води, °C *	
	З	П	З	П	З	П	З	П	З	П	З	П	З	П	П _Л	П _З
1	350	35	80	6	250	–	1530	31	1112	–	–	95	2,18	7,8	18	2
2	385	37	83	4	280	–	1540	29	1110	–	–	98	1,96	7,6	20	3
3	390	39	84	5	270	–	1550	33	1200	–	–	100	2,11	7,01	19	3
4	410	41	78	7	290	–	1545	34	1175	–	–	96	2,34	7,1	18	3
5	405	38	87	8	300	–	1600	28	1145	–	–	95	2,09	7,09	20	3
6	400	37	88	6	295	–	1650	35	1095	–	–	97	1,98	7,2	19	22
7	415	40	90	6	275	–	1350	36	1090	–	–	99	2,15	6,95	17	2
8	365	42	75	5	285	–	1520	33	1105	–	–	101	2,24	7,01	21	3
9	370	36	78	4	255	–	1570	31	1119	–	–	105	2,09	7,05	20	2
10	395	40	86	8	260	–	1500	30	1098	–	–	100	2,10	7,1	22	3
11	380	38	87	7	290	–	1650	34	1111	–	–	98	2,13	7,08	21	2
12	405	39	89	4	300	–	1650	29	1103	–	–	95	1,98	7,07	19	2
13	400	37	84	5	295	–	1350	28	1119	–	–	97	2,15	7,09	20	2
14	415	40	78	6	295	–	1520	34	1175	–	–	104	2,24	7,2	21	2
15	365	42	87	8	275	–	1570	33	1145	–	–	95	2,09	6,95	18	2
16	370	36	88	6	285	–	1500	34	1095	–	–	97	2,18	7,01	18	3
17	395	40	90	7	255	–	1650	28	1090	–	–	99	1,96	7,8	19	3
18	350	38	75	5	260	–	1530	35	1105	–	–	101	2,11	7,6	21	3
19	385	37	78	6	250	–	1540	36	1119	–	–	105	2,34	7,01	21	2
20	390	40	86	5	280	–	1550	33	1111	–	–	100	2,09	7,1	19	3
21	410	42	87	4	270	–	1545	31	1103	–	–	100	2,10	7,09	20	2
22	405	36	80	8	290	–	1500	31	1119	–	–	98	2,13	6,95	18	2
23	400	40	83	7	300	–	1650	29	1175	–	–	95	1,98	7,01	20	3
24	380	35	84	6	295	–	1650	33	1145	–	–	97	2,09	7,05	19	3
25	405	37	78	4	295	–	1350	34	1112	–	–	104	1,98	7,1	19	2
26	400	39	89	5	275	–	1520	28	1110	–	–	96	2,15	7,08	21	2
27	415	41	84	7	260	–	1650	33	1200	–	–	97	2,24	7,1	20	3

Коментарі до вихідних даних для розрахунку
ГДС забруднюючих речовин:

1. Спільні умови для всіх варіантів:

- дані щодо кількості зворотних вод, а також місця їх випуску відповідають попередньому розділу;
- водоприймач віднесений до I категорії водогосподарського водокористування;
- концентрація кисню, а також температура води у зворотних водах літку за взимку дорівнює нулю.

2. Пояснення до вихідних даних у таблиці:

- з – зворотні води, п – поверхневі води;
- * – у зворотних водах значення показника дорівнює нулю;
- п_л – поверхневі води у літній період, п_з – поверхневі води у зимовий період

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Дорожньо-будівельний факультет
Кафедра екології

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля»

**«ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ТА ГІДРОСФЕРИ У ЗОНІ ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА»**

Керівник канд. техн. наук, доц.

Станіслав ДУШКІН

Студент (ка) 3 курсу, групи

Національна шкала _____
Кількість балів: ____ Оцінка ECTS _____

**ЗАВДАННЯ
НА КУРСОВУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ**

групи _____
(шифр групи)

(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

1. **Тема роботи:** «Організація системи моніторингу атмосферного повітря та гідросфери у зоні впливу промислового підприємства» Варіант № _____
2. **Строк здачі** здобувачем роботи _____
3. **Вихідні дані до роботи:** за варіантом
4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити:**
 - 4.1 Характеристика місця розташування підприємства;
 - 4.2 Характеристика підприємства як забруднювача довкілля;
 - 4.3 Оцінка впливу підприємства на атмосферне повітря;
 - 4.4 Оцінка впливу підприємства на гідросферу;
 - 4.5 Розробка системи моніторингу навколишнього середовища у зоні впливу підприємства
5. **Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *привести назву таблиць результатів розрахунків по всім розділам к.р.*
6. **Дата видачі завдання** _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання курсової роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літератури. Формулювання мети та завдань.		
2	Характеристика місця розташування підприємства		
3	Характеристика особливостей роботи підприємства		
4	Характеристика основних забруднювачів атмосферного повітря та гідросфери від підприємства		
5	Розрахунок гранично допустимих викидів на підприємстві		
6	Визначення необхідної висоти труби		
7	Розрахунок категорії небезпеки підприємства та уточнення розміру санітарно-захисної зони		
8	Визначення кратності розбавлення зворотних вод у водному об'єкті		
9	Розрахунок гранично допустимого скиду стічних вод у водний об'єкт		
10	Розробка системи моніторингу навколишнього середовища у зоні впливу підприємства		
11	Формулювання висновків		
12	Оформлення курсової роботи		

Здобувач

(підпис) (ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис) (ім'я, прізвище)

ЗМІСТ

Вступ.....	
1 Характеристика місця розташування підприємства.....	
1.1 Оцінювання природних умов району дослідження.....	
1.2 Характеристика техногенного навантаження на район дослідження.....	
2 Характеристика підприємства як забруднювача довкілля.....	
2.1 Характеристика особливостей роботи підприємства.....	
2.2 Характеристика основних забруднювачів атмосферного повітря від підприємства.....	
2.3 Характеристика основних забруднювачів гідросфери від підприємства.....	
3 Оцінка впливу підприємства на атмосферне повітря.....	
3.1 Розрахунок гранично допустимих викидів на підприємстві.....	
3.2 Визначення необхідної висоти труби.....	
3.3 Розрахунок категорії небезпеки підприємства.....	
3.4 Уточнення розміру санітарно-захисної зони підприємства.....	
4 Оцінка впливу підприємства на гідросферу.....	
4.1 Визначення кратності розбавлення зворотних вод у водному об'єкті.....	
4.2 Розрахунок гранично допустимого скиду стічних вод у водний об'єкт.....	
5 Розробка системи моніторингу навколишнього середовища у зоні впливу підприємства.....	
5.1 Визначення кількості та місця розташування постів спостереження за станом атмосферного повітря району дослідження.....	
5.2 Визначення умов розташування пунктів спостереження за якістю водного об'єкта у зоні впливу промислового підприємства.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки (графічний матеріал (презентація) – обов'язково, інше за потреби	

Примітки:

Зміст робиться в таблиці – по завершенню НЕОБХІДНО скрити границі таблиці.

Нумерація сторінок починається зі ВСТУПУ (стор. 5).

ВСТУП та ВИСНОВОК повинні розкривати відношення здобувача до навчальної дисципліни та мають бути УНІКАЛЬНИМИ.

Форматування тексту, оформлення рисунків, таблиць та формул повинно здійснюватися відповідно до вимог.

Посилання на джерела інформації повинні бути оформлені відповідно до державного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація».

Реферат складається зі вступу (постановки проблеми), 5 розділів, висновку (рекомендацій). Література та посилання робляться в розділі ДЖЕРЕЛА, 5-15 РЕАЛЬНИХ джерел оформлених за ВИМОГАМИ.

Джерела мають наскрізну нумерацію, у списку джерел оформлюється (нумерується) відповідно до згадуванню в тексті.