

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 101 – Екологія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до проведення практичних занять та організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Захист водних об'єктів від забруднень» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 101 – Екологія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Є. Г. Пономаренко, Т. В. Дмитренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 27 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Є. Г. Пономаренко,
канд. техн. наук, доц. Т. В. Дмитренко

Рецензент

Ю. Л. Коваленко, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою інженерної екології міст, протокол № 2 від 28 серпня 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Мета та завдання навчальної дисципліни.....	5
2 Практичні заняття з дисципліни.....	6
3 Самостійна робота.....	23
4 Методи контролю та порядок оцінювання результатів навчання.....	23
Список рекомендованих джерел.....	25

ВСТУП

Дисципліна «Захист водних об'єктів від забруднень» складається із трьох змістових модулів (далі – ЗМ):

Змістовий модуль 1 Раціональне використання водних ресурсів.

Змістовий модуль 2 Нормування скидів зворотних вод.

Змістовий модуль 3 Захист морського середовища.

Метою проведення практичних робіт із дисципліни є вдосконалення теоретичних знань і набуття практичних умінь здобувачами спеціальності 101 – Екологія при визначенні умов відведення зворотних вод у водні об'єкти та встановленні гранично допустимих скидів (далі – ГДС), а також під час розроблення заходів щодо раціонального використання водних ресурсів та захисту морського середовища.

Щодо кожної теми передбачено проведення практичних занять і закріплення знань студентів шляхом виконання практичних завдань.

Самостійна робота передбачає вивчення конспекту лекцій з дисципліни та додаткової літератури, а також виконання розрахункових завдань за темами курсу.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Захист водних об'єктів від забруднень» є формування у студентів комплексу знань, умінь та навичок щодо методів і технологій захисту поверхневих і морських вод від забруднення зосередженими і дифузними джерелами надходження домішок.

Вивчення цієї освітньої компоненти базується на таких дисциплінах: «Природні процеси в геосфері», «Загальна екологія», «Хімія», «Системний аналіз довкілля», «Природоохоронне законодавство та екологічна експертиза», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Джерела та процеси забруднення гідросфери», «Загальноєкологічна практика».

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти мають:

1. Обґрунтовувати вибір відповідних технологій з охорони, раціонального використання водних ресурсів та відновлення водних об'єктів.

2. Розробляти і втілювати заходи щодо попередження забруднення водного середовища та/або пом'якшення наслідків забруднення водних об'єктів.

2 ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ

ЗМ 1 Раціональне використання водних ресурсів

Принципи раціонального використання водних ресурсів. Галузеві особливості раціонального використання водних ресурсів. Охорона та раціональне використання водних ресурсів у комунальному господарстві. Охорона та раціональне використання водних ресурсів у промисловості. Охорона та раціональне використання водних ресурсів у сільському господарстві.

Тема 1 Принципи раціонального використання водних ресурсів.

Зміст практичних занять: «Відновлюваність». «Збереження життєвого середовища». «Комплексність».

Тема 2 Особливості раціонального використання водних ресурсів у комунальному господарстві, промисловості і сільському господарстві.

Зміст практичних занять: «Використання водних ресурсів у комунальному господарстві». «Використання водних ресурсів у промисловості». «Використання водних ресурсів у сільському господарстві».

Теоретичний матеріал до ЗМ 1

Визначення навантаження поверхневого стоку з міської території та територій промислових підприємств

Обсяг дощових або снігових вод за рік розраховується за формулою

$$W = 10 \psi F H, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (1.1)$$

де ψ – коефіцієнт стоку дощових або снігових вод;

F – площа водозбірної території, га;

H – прошарок опадів за теплий або холодний період року відповідно, мм.

Значення коефіцієнта стоку для водозбірної площі розраховується як усереднене за формулою

$$\psi = \sum \alpha_i \psi_i, \quad (1.2)$$

де α_i – частка площі, що має відповідне покриття, від загальної водозбірної площі;

ψ_i – коефіцієнти стоку для різних видів покриттів.

При орієнтовних розрахунках обсягів поверхневого стоку з території невеличких міст або селищ коефіцієнт стоку для дощових вод може прийматися в межах 0,3–0,4, для снігових вод – 0,5–0,7.

Обсяг поливомийних вод визначається за формулою

$$W = 10 m k F_m \psi, \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (1.3)$$

де m – витрата води на мийку одиниці площі, л/м²;

k – кількість мийок за рік;

F_m – площа оброблених покриттів, га;

ψ – коефіцієнт стоку поливомийних вод.

Значення параметрів, що входять у цю формулу, визначаються згідно з такими нормативами:

– на мийку 1 м² площі витрачається від 1,2 до 1,5 літрів води;

– кількість мийок для умов міста становить від 50 до 150 за рік;

– площа покриттів, що потребують миття, становить 20 % від усієї території міста;

– коефіцієнт стоку поливомийних вод – 0,6.

Загальний обсяг поверхневого стоку з водозбірної території за рік визначається, як сума складових:

$$W = W_d + W_c + W_{\text{пм}}, \quad (1.4)$$

де $W_D, W_C, W_{ПМ}$ – обсяги дощових, снігових і поливомийних вод відповідно.

Сумарне значення виносу речовин із поверхневим стоком протягом року

$$G = W_D C_D + W_C C_C + W_{ПМ} C_{ПМ}, \quad (1.5)$$

де C_D, C_C і $C_{ПМ}$ – концентрації речовин у дощових, снігових і поливомийних водах відповідно, г/м³.

Якщо на водозбірній території розташовані великі парки або ділянки лісових масивів, частина атмосферних опадів утримується рослинним покривом.

Обсяг дощових або снігових вод визначається в цьому випадку за формулою

$$W = 10 \psi F (H - H_3), \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (1.6)$$

де ψ – коефіцієнт стоку;

F – водозбірна площа, га;

H – шар опадів, що випав, мм;

H_3 – шар опадів, що затримані рослинністю, мм.

Контрольні запитання до ЗМ 1

1. Принципи раціонального використання водних ресурсів.
2. Використання вод у комунальному господарстві.
3. Нормативи питного водоспоживання.
4. Нормативи водовикористання у промисловості.
5. Оборотно-водопостачання.
6. Повторне і послідовне водопостачання.
7. Замкнуті системи водопостачання.
8. Замкнута система водопостачання великого промислового міста.
9. Використання поверхневого стоку для технічного водопостачання.
10. Використання води у сільському господарстві.

ЗМ 2 Нормування скидів зворотних вод

Нормативно-правові основи нормування скидів зворотних вод. Визначення розрахункових умов для встановлення ГДС. Визначення нормативів ГДС при скидах стічних вод у межах населених пунктів (зосереджений та розсіювальний випуски). Визначення нормативів ГДС при скидах стічних вод за межами населених пунктів. Визначення допустимих концентрацій (далі – ДК) при скидах стічних вод до систем централізованого водовідведення. Методи очищення міських та виробничих стічних вод.

Тема 3 Нормативно-правові основи нормування скидів зворотних вод.

Зміст практичних занять: «Інструкція про порядок розробки та затвердження ГДС». «Розрахункові умови для визначення ГДС».

Тема 4 Визначення ГДС при скидах до водних об'єктів.

Зміст практичних занять: «Визначення нормативів ГДС при скидах в межах населених пунктів». «Визначення нормативів ГДС при скидах за межами населених пунктів».

Тема 5 Визначення ДК при скидах до систем централізованого водовідведення.

Зміст практичних занять: «Правила приймання стічних вод до систем водовідведення». «Визначення допустимих концентрацій у виробничих стічних водах».

Тема 6 Інженерні системи водовідведення.

Зміст практичних занять: «Каналізаційні мережі». «Очищення міських стічних вод». «Очищення виробничих стічних вод».

Теоретичний матеріал до ЗМ 2

Поняття гранично допустимих скидів стічних вод

ГДС – це максимально допустима маса речовини, що відводиться зі скидними водами до водного об'єкта за одиницю часу, яка дозволяє

забезпечити дотримання норм якості природних вод у контрольному створі при найгірших гідрологічних умовах.

Згідно з визначенням,

$$\text{ГДС} = Q_{\text{ск}} C_{i \text{ гдс}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{ск}}$ – витрата скидних вод (зазвичай максимальна за годину), м³/год;

$C_{i \text{ гдс}}$ – гранично допустиме значення концентрації нормованої речовини у воді, що скидається до водного об'єкта, г/м³.

ГДС встановлюється для кожного випуску і для кожної нормованої речовини складу скидних вод.

Вихідні дані для розрахунку ГДС:

- вид водного об'єкта – приймача скидних вод;
- розрахункове значення фонові концентрації;
- найгірші гідрологічні умови водного об'єкта, куди здійснюється скид зворотних вод;
- тип і місце розташування випуску скидних вод;
- фактичні, або проєктні, значення концентрацій нормованих речовин у скидних водах;
- затверджена максимальна витрата скидних вод за годину.

Найгіршими гідрологічними умовами для розрахунків ГДС вважаються:

- для незарегульованих водотоків розрахункова витрата дорівнює мінімальній середньомісячній витраті року 95 % водної забезпеченості;
- для зарегульованих водотоків – мінімальною є гарантована витрата, що надходить через греблю (санітарно-екологічний попуск);
- для водосховищ – мінімальний підпертий рівень;
- для озер – мінімальний рівень року 95 % водної забезпеченості.

Значення показників складу води водного об'єкта у фоновому створі (фонова концентрація) визначається розрахунковим шляхом як статистично обґрунтована верхня межа можливих середніх значень.

Норм якості води в контрольному створі потрібно дотримуватися і в найбільш забрудненій частині потоку. Оскільки розглядаються умови скиду зворотних вод, контрольний створ на водотоках розташований на відстані, що не перевищує 500 м нижче за течією від місця скиду, для водойм – у радіусі не більше 500 м від місця скиду.

Якщо фонові концентрації за якими-небудь показниками не задовольняє норми якості води, то $C_{ГДС}$ повинне бути забезпечене безпосередньо в скидній воді. Встановлені значення $C_{ГДС}$ не повинне перевищувати фактично досягнуте, або проєктне значення концентрації речовини в скидній воді.

Випуск скидних вод у межах населеного пункту припускається у виняткових випадках, при цьому норми якості води повинні дотримуватися в самих скидних водах. Якщо скид здійснюється через розсіювальний випуск, то нормативи ГДС мають бути забезпечені в зоні початкового розведення випуску.

Якщо природний склад води водного об'єкта (природний фон) за окремими показниками нижчий за нормативний, то значення нормативів ГДС повинні забезпечити зберігання фонового стану водного об'єкта.

Визначення гранично допустимої концентрації $C_{ГДС}$ в стічній воді. Резерв асимілюючої спроможності

Розрахунок концентрації гранично допустимого скиду ($C_{ГДС}$) для одиничного водовипуску залежить від місця скиду стічних вод у водотік – у *межах* або *за межами* населеного пункту.

При скиді у *межах* населеного пункту норми якості води мають виконуватися для господарсько-побутової категорії водокористування. При цьому розрахунок здійснюється окремо:

- для завислих речовин;
- речовин, що містяться у загальних вимогах, та речовин, що належать до 3-го й 4-го класів небезпеки (КН), а також єдиних у своїй лімітуючій ознаці шкідливості (ЛОШ);
- речовин 1-го й 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ.

Має значення тип водовипуску – *зосереджений* або *розсіювальний*.

При скиді *за межами* населеного пункту норми якості води мають виконуватися для рибогосподарської категорії водокористування. При цьому розрахунок виконується окремо:

- для завислих речовин;
- речовин, зазначених у загальних вимогах або єдиних у своїй ЛОШ;
- речовин з однаковими ЛОШ.

Тип водовипуску значення не має.

Для здійснення розрахунків необхідно оцінити стан водного об'єкта відповідно до цієї категорії водокористування, тобто визначити наявність *резерву асимілюючої спроможності (РАС)*. РАС – це спроможність водного об'єкта прийняти додаткову масу забруднень без порушення в контрольному створі норм якості води, що відповідають цій категорії водокористування.

Визначення $C_{ГДС}$ для одиничного водовипуску в межах населеного пункту

Розрахунок $C_{ГДС}$ для водовипуску, розташованого *в межах* населеного пункту, здійснюється для господарсько-побутової категорії водокористування.

Зосереджений водовипуск

При використанні зосередженого водовипуску для скиду стічних вод у водотік у межах населеного пункту норми якості води мають виконуватися вже в самій стічній воді.

Завислі речовини

Контрольний створ при розрахунку $C_{ГДС}$ одиничного водовипуску для завислих речовин розташовується на межі зони початкового розведення цього водовипуску, тобто на будь-якій відстані від місця випуску стічних вод до місця, де закінчується зона початкового розведення й починається основне розведення. Для розрахунку знати величину цієї відстані не обов'язково, достатньо знати кратність початкового розведення (n_n).

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою

$$C_{ГДС} = \min(C_{ГДС}^{розр} ; C_{ст}), \quad (2.2)$$

де $C_{ст}$ – концентрація завислих речовин у стічній воді, мг/дм³;

$C_{ГДС}^{розр}$ – розрахункова величина, мг/дм³, що визначається за формулою

$$C_{ГДС}^{розр} = C_{\phi} + \Delta \cdot n_n. \quad (2.3)$$

Ця формула отримана із залежності для розрахунку концентрації завислих речовин у контрольному створі:

$$C_{контр.ств.} = C_{\phi} + \Delta \cdot n_n = C_{\phi} + \frac{C_{ГДС}^{розр} - C_{\phi}}{n_n}, \quad (2.4)$$

(розраховувати не треба),

де Δ – допустима величина перевищення фонові концентрації у водному об'єкті при скиді в нього стічних вод, мг/дм³ (для господарсько-побутової категорії водокористування $\Delta = 0,75$ мг/дм³);

n_n – кратність початкового розведення цього водовипуску.

Речовини, зазначені в загальних вимогах або належать до 3-го й 4-го класів небезпеки, а також речовини, єдині у своїй ЛОШ

При використанні зосередженого водовипуску в межах населеного пункту норми якості води для цих речовин мають виконуватися вже в самій стічній воді.

Також має виконуватися універсальна вимога $C_{ГДС} < C_{ст}$, що завжди справедлива при розрахунку $C_{ГДС}$.

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою

$$C_{ГДС} = \min(ГДК ; C_{ст}). \quad (2.5)$$

Речовини 1-го й 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ

При використанні зосередженого водовипуску в межах населеного пункту норми якості води для цих речовин мають виконуватися вже в самій стічній воді.

Для речовин 1-го або 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ недостатньо, щоб концентрація кожної з цих речовин у стічній воді не перевищувала ГДК. Для таких речовин діє принцип сумачії:

$$\frac{C_{ГДС1}}{ГДК_1} + \frac{C_{ГДС2}}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{ГДСn}}{ГДК_n} = K_{i1} + K_{i2} + \dots + K_{in} \leq 1, \quad (2.6)$$

де K_i – коефіцієнт, що враховує ефект сумачії і розраховується для кожної з речовин за формулою

$$K_i = \frac{C_{cmi}}{ГДК_i}, \quad (2.7)$$

де C_{cmi} – концентрація в стічних водах забруднюючих речовин 1-го або 2-го КН з однаковими ЛОШ;

$ГДК_i$ – гранично допустима концентрація цих речовин.

Обов'язково має виконуватися така умова:

$$\sum K_i \leq 1 \quad (\text{перша умова}). \quad (2.8)$$

Якщо умова не виконується, здійснюється зниження K_i для всіх речовин 1-го або 2-го КН у цій ЛОШ або декількох, або будь-якого одного так, щоб $\sum K_i = 1$. При зниженні K_i , зазвичай користуються таким співвідношенням:

$$K_i \geq \frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \quad (\text{друга умова}). \quad (2.9)$$

Таким чином, величина K_i міститься в інтервалі

$$\frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \leq K_i \leq \frac{C_{cm i}}{ГДК_i} \quad (\text{третья умова}). \quad (2.10)$$

Однак третя умова може виконуватися не завжди, тобто коли $C_{\phi} > C_{cm}$, виникає протиріччя, у цьому випадку третьою умовою нехтують (конфлікт першої і третьої умов). Також третьою умовою нехтують і тоді, коли необхідно зменшити K_i , щоб у сумі вони дорівнювали 1, а третя умова не дозволяє цього зробити (конфлікт другої і третьої умов).

Після того як сума K_i не перевищує 1, визначають $C_{ГДС}$ для кожної з речовин:

$$C_{ГДС} = K_i \cdot ГДК_i. \quad (2.11)$$

У випадку, коли початково $\sum K_i < 1$, і нема потреби зменшувати K_i , тоді $C_{ГДС i} = C_{cm i}$.

Розсіювальний водовипуск

Якщо скид зворотних вод у водотік здійснюється в межах населеного пункту через ефективний розсіювальний водовипуск, то ГДС має забезпечити норми якості води господарсько-побутової категорії водокористування на межі зони початкового розведення цього водовипуску.

Для здійснення розрахунків необхідно оцінити стан водного об'єкта відповідно до цієї категорії водокористування, тобто визначити наявність *резерву асимілюючої спроможності (РАС)*.

Отже, для кожної з речовин існує дві розрахункові ситуації, коли:

- РАС існує;
- РАС не існує.

РАС існує, якщо:

- для речовин із загальних вимог або 3-го й 4-го класів небезпеки, або єдиних у своїй ЛОШ виконується така умова:

$$\frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} < 1; \quad (2.12)$$

– для речовин 1-го або 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ має виконуватися така умова:

$$\sum \frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} < 1. \quad (2.13)$$

Таким чином, при проведенні розрахунку необхідно визначити наявність РАС і надалі розраховувати вказані параметри за однією з двох наведених нижче методик.

Розрахунок $C_{ГДС}$ для розсіювального водовипуску, коли РАС існує

Завислі речовини

Для завислих речовин у межах населеного пункту розрахунок завжди однаковий незалежно від типу водовипуску й існування РАС.

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою (2.2):

$$C_{ГДС} = \min(C_{ГДС}^{розр} ; C_{ст}),$$

де $C_{ст}$ – концентрація завислих речовин у стічній воді, мг/дм³;

$C_{ГДС}^{розр}$ – розрахункова величина, мг/дм³, що визначається за формулою (2.3):

$$C_{ГДС}^{розр} = C_{\phi} + \Delta \cdot n_n.$$

Речовини, розміщені у загальних вимогах або належать до 3-го й 4-го класів небезпеки, а також речовини, єдині у своїй ЛОШ

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою

$$C_{ГДС} = \min(C_{ГДС}^{розр} ; C_{ст}),$$

де

$$C_{ГДС}^{розр} = C_{\phi} + (ГДК - C_{\phi}) \cdot n_n. \quad (2.14)$$

Речовини 1-го й 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ

При скиді у водний об'єкт стічних вод, що містять речовини 1-го й 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ, недостатньо, щоб для кожної речовини в

контрольному створі виконувалась ГДК.

Для цих речовин діє принцип сумачії (формула (2.8)):

$$\sum K_i \leq 1,$$

де K_i – коефіцієнт, що враховує ефект сумачії і визначається для кожної з речовин за формулою

$$K_i = \frac{C_i^{\text{факт.к.с.}}}{ГДК_i}, \quad (2.15)$$

де $C_i^{\text{факт.к.с.}}$ – концентрація речовини в контрольному створі при випуску стічних вод з концентрацією $C_{ст}$, що розраховується за формулою

$$C_i^{\text{факт.к.с.}} = C_{\phi i} + \frac{C_{ст i} - C_{\phi i}}{n_i}. \quad (2.16)$$

Обов'язково має виконуватися така умова:

$$\sum K_i \leq 1 \quad (\text{перша умова}).$$

Якщо умова не виконується, здійснюється зниження K_i для всіх речовин 1-го або 2-го КН у цій ЛОШ або декількох, або будь-якого одного так, щоб $\sum K_i = 1$. При зниженні K_i зазвичай користуються наведеним вище співвідношенням:

$$K_i \geq \frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \quad (\text{друга умова}).$$

Таким чином, величина K_i міститься в інтервалі

$$\frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \leq K_i \leq \frac{C_i^{\text{факт.к.с.}}}{ГДК_i} \quad (\text{третья умова}). \quad (2.17)$$

Однак третя умова може виконуватися не завжди, тобто коли $C_{\phi} > C_i^{\text{факт.к.с.}}$ виникає протиріччя. У цьому випадку третьою умовою нехтують (конфлікт першої і третьої умов). Також третьою умовою нехтують і тоді, коли

необхідно зменшити K_i , щоб у сумі вони дорівнювали 1, а третя умова не дозволяє цього зробити (конфлікт другої і третьої умов).

Після того як сума K_i не перевищує 1, визначають $C_{ГДС}$ для кожної з речовин:

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + (K_i \cdot ГДК_i - C_{\phi}) \cdot n_n . \quad (2.18)$$

У випадку, коли початково $\sum K_i < 1$ і нема потреби зменшувати K_i , тоді $C_{ГДС i} = C_{ст i}$.

Розрахунок $C_{ГДС}$ для розсіювального водовипуску, коли РАС не існує

Якщо РАС відсутній, то норми якості води мають виконуватися вже в самій стічній воді. Таким чином, розрахунок $C_{ГДС}$ здійснюється аналогічно до зосередженого водовипуску в межах населеного пункту.

Визначення $C_{ГДС}$ для одиничного водовипуску за межами населеного пункту

Розрахунок $C_{ГДС}$ для водовипуску, розташованого за межами населеного пункту, виконується для рибогосподарської категорії водокористування.

У цій методиці немає різниці, який використовується водовипуск – розсіювальний або зосереджений. Норми якості води (ГДК) цієї категорії водокористування мають виконуватися в контрольному створі, розташованому на відстані не більш ніж 500 м нижче за течією від випуску стічних вод. При цьому необхідно попередньо знати величину кратності повного розведення (n) від місця випуску до контрольного створу.

Для проведення розрахунків необхідно визначити, чи існує РАС.

Отже, для кожної з речовин існує дві розрахункові ситуації, коли:

- РАС існує;
- РАС не існує.

Таким чином, при розрахунку необхідно визначити наявність РАС і далі проводити розрахунки за однією з двох наведених нижче методик.

Розрахунок дуже схожий на аналогічний у межах населеного пункту.

Відмінність полягає у тому, що тут використовується кратність повного розведення (n).

Розрахунок $C_{ГДС}$, коли РАС існує

Завислі речовини

Для завислих речовин за межами населеного пункту розрахунок завжди однаковий незалежно від існування РАС.

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою

$$C_{ГДС} = \min(C_{ГДС}^{розр} ; C_{ст}),$$

де $C_{ст}$ – концентрація завислих речовин у стічній воді, мг/дм³;

$C_{ГДС}^{розр}$ – розрахункова величина, що визначається за формулою

$$C_{ГДС}^{розр} = C_{ф} + \Delta \cdot n, \quad (2.19)$$

де Δ – допустима величина перевищення фонові концентрації у водному об'єкті при скиді в нього стічних вод, мг/дм³ (для рибогосподарської вищої й першої категорій $\Delta = 0,25$ мг/дм³, а для рибогосподарської другої категорії $\Delta = 0,75$ мг/дм³);

n – кратність повного розведення цього водовипуску.

Речовини, зазначені у загальних вимогах або єдині у своїй ЛОШ

Для кожної з речовин ГДК мають виконуватися в контрольному створі.

Концентрація гранично допустимого скиду визначається за формулою

$$C_{ГДС} = \min(C_{ГДС}^{розр} ; C_{ст}),$$

де

$$C_{ГДС}^{розр} = C_{ф} + (ГДК - C_{ф}) \cdot n. \quad (2.20)$$

Речовини з однаковими ЛОШ

При скиді у водний об'єкт стічних вод, що містять речовини з однаковими ЛОШ, недостатньо, щоб для кожної речовини в контрольному

створі виконувалася ГДК.

Для цих речовин діє принцип сумації:

$$K_{i1} + K_{i2} + \dots + K_{in} \leq 1,$$

де K_i – коефіцієнт, що враховує ефект сумації і визначається для кожної речовини за формулою

$$K_i = \frac{C_i^{\text{факт.к.с.}}}{ГДК_i},$$

де $C_i^{\text{факт.к.с.}}$ – концентрація речовини в контрольному створі при випуску стічних вод з концентрацією $C_{ст}$, яка визначається за формулою

$$C_i^{\text{факт.к.с.}} = C_{\phi i} + \frac{C_{ст i} - C_{\phi i}}{n}. \quad (2.21)$$

Обов'язково має виконуватися умова

$$\sum K_i \leq 1 \quad (\text{перша умова}).$$

Якщо умова не виконується, здійснюється зниження K_i для всіх речовин у цій ЛОШ або декількох, або будь-якого одного так, щоб $\sum K_i = 1$. При зниженні K_i зазвичай користуються співвідношенням

$$K_i \geq \frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \quad (\text{друга умова}).$$

Таким чином, величина K_i перебуває в інтервалі

$$\frac{C_{\phi i}}{ГДК_i} \leq K_i \leq \frac{C_i^{\text{факт.к.с.}}}{ГДК_i} \quad (\text{третя умова}).$$

Однак третя умова може виконуватися не завжди, тобто коли $C_{\phi} > C_{ст}^{\text{факт.к.с.}}$, виникає протиріччя. У цьому випадку третьою умовою нехтують

(конфлікт першої і третьої умов). Також третьою умовою нехтують і тоді, коли необхідно зменшити K_i , щоб у сумі вони дорівнювали 1, а третя умова не дозволяє цього зробити (конфлікт другої і третьої умов).

Після того як сума K_i не перевищує 1, визначають $C_{ГДС}$ для кожної речовини:

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + (K_i \cdot ГДК_i - C_{\phi}) \cdot n. \quad (2.22)$$

У випадку, коли початково $\sum K_i < 1$ і нема потреби зменшувати K_i , тоді $C_{ГДС} = C_{ст i}$.

Розрахунок $C_{ГДС}$, коли РАС не існує

Якщо РАС відсутній, то норми якості води мають виконуватися вже в самій стічній воді.

Таким чином, розрахунок $C_{ГДС}$ для речовин із загальних вимог і речовин, єдиних у своїй ЛОШ здійснюється аналогічно до зосередженого водовипуску в межах населеного пункту (див. п. 1.1 «для речовин, розміщених у загальних вимогах або належать до 3-го й 4-го класів небезпеки, а також речовин, єдиних у своїй ЛОШ»).

Розрахунок $C_{ГДС}$ для речовин з однаковими ЛОШ виконується аналогічно до зосередженого водовипуску в межах населеного пункту (див. пункт «для речовин 1-го й 2-го класів небезпеки з однаковими ЛОШ»).

Для завислих речовин розрахунок аналогічний до розрахунку $C_{ГДС}$ за межами населеного пункту, коли РАС існує.

Контрольні запитання до ЗМ 2

1. Фонова концентрація речовин у водних об'єктах.
2. Умови відведення зворотних вод у водні об'єкти.
3. Гранично допустимий скид стічних вод.
4. Резерв асимілюючої спроможності водного об'єкта.
5. Визначення $C_{ГДС}$ для одиничного зосередженого водовипуску в межах населеного пункту.

6. Визначення $C_{ГДС}$ для одиничного розсіювального водовипуску в межах населеного пункту.

7. Визначення $C_{ГДС}$ для одиничного водовипуску за межами населеного пункту.

8. Визначення $C_{ГДС}$ для декількох водовипусків.

ЗМ 3 Захист морського середовища

Правові основи захисту морського середовища при експлуатації суден.
Охорона морського середовища при забрудненні відходами з суден. Правові основи захисту морського середовища при видобуванні корисних копалин.
Охорона морського середовища при видобуванні корисних копалин.

Тема 7 Захист морського середовища при експлуатації суден.

Зміст практичних занять: «Правові основи захисту морського середовища при експлуатації суден». «Запобігання забруднення морських вод відходами із суден».

Тема 8 Захист морського середовища при видобуванні корисних копалин.

Зміст практичних занять: «Правові основи захисту морського середовища при видобуванні корисних копалин». «Запобігання забрудненню морських вод при видобуванні корисних копалин».

Контрольні запитання до ЗМ 3

1. Які речовини заборонені до скиду в морське середовище?
2. Які речовини дозволяється скидати у море і при яких умовах?
3. Яка інформація потрібна для оформлення дозволу на скид у море?
4. Види забруднень, що утворюються на суднах.
5. Як здійснюється спостереження за станом морського середовища?
6. Що таке «ненавмисний» скид?
7. Які наслідки має нафтове забруднення морського середовища?
8. Правові заходи щодо збереження біологічних ресурсів моря.

9. Правовий розподіл морського середовища.
10. Охорона морського середовища при видобутку корисних копалин на континентальному шельфі.
10. Прибережна водоохоронна зона морського узбережжя.
12. Які заходи сприяють зменшенню важких наслідків аварій морських суден?

3 САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента – це важлива частина підготовки майбутнього фахівця, що дозволяє йому навчитися працювати з нормативною та довідковою літературою, різноманітними літературними джерелами, а також умінню обробляти й аналізувати отриману інформацію.

Для успішного складання екзамену з дисципліни «Захист водних об'єктів від забруднень» студент повинен самостійно опрацювати змістові модулі конспекту лекцій з дисципліни та додаткову літературу, виконати розрахункові завдання за темами курсу та відповісти на контрольні запитання до них.

Перевірку якості засвоєння теоретичного матеріалу й рівня набутих умінь здобувачами викладач проводить за результатами виконання практичних завдань.

Контроль якості засвоєння матеріалу викладач проводить під час проведення екзамену.

4 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Поточний контроль:

- усне опитування під час аудиторних занять;
- письмовий контроль правильності виконання практичних завдань.

Модульний контроль:

- модульний контроль за змістовими модулями (тестування в системі

Moodle, письмовий контроль).

Підсумковий семестровий контроль:

– підсумковий семестровий контроль у вигляді екзамену (письмовий контроль за білетами).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р. // Офіц. вісн. України. – 2022. – № 99. – Ст. 6244.
2. Ломницька Я.Ф. Склад та хімічний контроль об'єктів довкілля : навч. посіб. / Я. Ф. Ломницька, В. О. Василечко, С. І. Чихрій. – 2-ге вид. – Львів : Новий Світ-2000, 2019. – 589 с.
3. Гідроекологія : підручник / М. О. Клименко, Ю. В. Пилипенко, Ю. Р. Гроховська та ін. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – 380 с.
4. Multi-tracing of recharge seasonality and contamination in groundwater: a tool for urban water resource management / Y. Vystavna, S. Schmidt, D. Diadin, P. Rossi, Y. Vergeles, M. Erostate, I. Yermakovych, V. Yakovlev, K. Knoller, I. Vadillo // Water Research. – 2019. – Vol. 161. – P. 413–422.
5. Capacity of urban springs to support emergency water needs, a Secondary City case study: Kharkiv, Ukraine / D. Davis, D. Diadin, A. Shores, O. Khandogina, M. Laituri // Urban Water Journal. – 2020. – Vol. 17:4. – P. 368–376.
6. Водний Кодекс України [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>, вільний (дата звернення: 09.03.2024). – Назва з екрана.
7. Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 09.03.2024). – Назва з екрана.
8. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10#Text>, вільний (дата звернення: 10.03.2024). – Назва з екрана.

9. Про затвердження Порядку ведення державного обліку водокористування [Електрон. ресурс]. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0382-15#Text>, вільний (дата звернення: 10.03.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять та організації самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ЗАХИСТ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 101 – Екологія)*

Укладачі: **ПОНОМАРЕНКО** Євгеній Георгійович,
ДМИТРЕНКО Тетяна Володимирівна

Відповідальний за випуск *К. М. Задорожний*
Редактор *О. А. Норик*
Комп'ютерне верстання *Т. В. Дмитренко*

План 2022, поз. 40М

Підп. до друку 04.07.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 1,6.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК 5328 від 11.04.2017.