

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять, виконання розрахунково-графічної

та самостійної робіт

із навчальної дисципліни

**«БЕЗПЕКА ПРАЦІ НА ОБ'ЄКТАХ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, виконання розрахунково-графічної та самостійної робіт із навчальної дисципліни «Безпека праці на об'єктах житлово-комунального господарства» (для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. В. Е. Абракітов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 40 с.

Укладач канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент

М. О. Мороз, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності,
протокол № 16 від 14.01.2025*

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	4
№ 1 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК У ВОДОПОСТАЧАННІ	4
№ 2 АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	7
№ 3 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ.....	9
№ 4 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	10
№ 5 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ГАЗОПОСТАЧАННЯ.....	10
№ 6 ШЛЯХИ ГАРАНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРУБОПРОВІДІВ.....	11
№ 7 РОЗРАХУВАННЯ ВИТРАТ ТЕПЛОТИ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	13
№ 8 ТРАСУВАННЯ МЕРЕЖ ГАЗОПОСТАЧАННЯ	15
№ 9 ТРАСУВАННЯ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	17
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ	22
РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА.....	24
ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВІДКРИТИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	24
ДОДАТОК А ТАБЛИЦІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОЗРАХУНКІВ.....	34
ДОДАТОК Б ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ	36
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	38

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№ 1 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК У ВОДОПОСТАЧАННІ

Мета: ознайомитися з методиками оцінювання ризиків, ідентифікувати небезпеки у водопостачанні.

Небезпека водопостачання пов'язана з такими факторами, як масовість використання серед населення, кількість економічних ресурсів, задіяних на вилучення з природного середовища та доставлення до споживачів водопостачання, вичерпністю ресурсів питного водопостачання.

Особливості розвитку суспільства на цьому етапі: значне техногенне навантаження окремих територій, відсутність корпоративної соціальної відповідальності бізнесу, недостатня поінформованість громадян – усе частіше приводять до виникнення небезпеки для суспільства на тих об'єктах, які не вважаються потенційно небезпечними. Останнім часом підприємства водопостачання з'являються серед таких об'єктів, що створюють значну кількість небезпечних ситуацій і потребують ідентифікації небезпек та визначення видів ризику.

Існує багато визначень поняття ризику, що виникли в різних ситуаційних контекстах і різними особливостями застосування. За найбільш поширеною точки зору, кожен ризик (міра ризику) в певному сенсі пропорційний як очікуваним втратам, які можуть бути заподіяні ризиковою подією, так і ймовірністю цієї події. Відмінності у визначенні ризику залежать від контексту втрат, їх оцінки та вимірювання, коли ж втрати зрозумілі і фіксовані, наприклад, «людське життя», оцінка ризику фокусується тільки на ймовірності події (частоті події) і пов'язаних із нею обставин.

Із огляду на це існує багато незалежних класифікацій ризиків, серед яких виокремлюють:

- технічний ризик – імовірність відмови технічних пристроїв з наслідками певного рівня (класу) за певний період функціонування небезпечного виробничого об'єкта;

- індивідуальний ризик – частота ураження окремої людини внаслідок впливу досліджуваних факторів небезпеки аварій;

- потенційний територіальний ризик (або потенційний ризик) – частота реалізації вражаючих факторів аварії в розглянутій точці території. Окремим випадком територіального ризику є екологічний ризик, який виражає ймовірність екологічного лиха, катастрофи, порушення подальшого нормального функціонування й існування екологічних систем та об'єктів в

результаті антропогенного втручання в природне середовище або стихійного лиха;

– колективний ризик (груповий, соціальний) – це ризик прояву небезпеки того чи іншого виду для колективу, групи людей, для певної соціальної чи професійної групи людей. Окремим випадком соціального ризику є економічний ризик, який визначається співвідношенням користі і шкоди, одержуваних суспільством від розглянутого виду діяльності;

– прийнятний (допустимий) ризик аварії – ризик, рівень якого допустимий і обґрунтований виходячи з соціально-економічних міркувань. Ризик експлуатації об'єкта є прийнятним, якщо заради вигоди, одержуваної від експлуатації об'єкта, суспільство готове піти на цей ризик. Таким чином, прийнятний ризик становить деякий компроміс між рівнем безпеки і можливостями його досягнення. Величина прийнятного ризику для різних суспільств, соціальних груп і окремих людей різна. У наш час прийнято вважати, що для дії техногенних небезпек в цілому індивідуальний ризик вважається прийнятним, якщо його величина не перевищує 10^{-6} ;

– професійний ризик – ризик, пов'язаний із професійною діяльністю людини.

Види ризикових подій (подій що виникли внаслідок реалізації ризику): обвали, групові травми, смерть, витрати на ремонт, обвали, групові травми, хвороба, екологічна катастрофа, збільшення затрат на безпеку довкілля, антропогенні екологічні катастрофи

Необхідність ідентифікації потенційних небезпек існує лише у випадку реалізації ризиків.

В інженерних системах стан, коли об'єкт переходить з працездатного в непрацездатний називається відмовою.

Розрізняють чотири види непрацездатних станів:

1) непрацездатний стан унаслідок технічної відмови (нефункціонування) засобів виробництва;

2) непрацездатний стан з невідповідних параметрів продукції, що виробляється;

3) непрацездатний стан з продуктивності;

4) непрацездатний стан з перевищення виробничих витрат.

Тяжкість наслідків відмови – якісна або кількісна оцінка вірогідного (спостережуваного) збитку від відмови елемента і/або системи.

Категорія тяжкості наслідків відмов – класифікаційна група відмов по тяжкості їх наслідків, що характеризується визначеним, встановленим до

проведення аналізу поєднанням якісних і/або кількісних складових очікуваної (вірогідної) відмови або нанесеного відмовою збитку, що враховуються.

Стандартом ДСТУ 27.310-95 встановлені категорії тяжкості за напрямом відмов (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Шкала категорій тяжкості наслідків відмов

Категорія тяжкості наслідків відмов	Стисла характеристика наслідків відмов
1	2
I	Відмова, яка може спричинити зниження якості функціонування об'єкта, але не становить небезпеки для навколишнього середовища, самого об'єкта і здоров'ю людей
II	Відмова, яка може спричинити затримку виконання завдання, зниження готовності і ефективності об'єкта, але не становить небезпеки для навколишнього середовища, самого об'єкта і здоров'я людей
III	Відмова, яка швидко і з високою вірогідністю може спричинити значний збиток для самого об'єкта і/або для навколишнього середовища, зрив завдання, яке виконується, але створює незначну загрозу життю і здоров'ю людей
IV	Відмова, яка швидко і з високою вірогідністю може спричинити значний збиток для самого об'єкта і/або для навколишнього середовища, загибель або важкі травми людей, зірвавши виконання поставленого завдання

Завдання: провести ідентифікацію небезпек відповідно до поданих ризикових подій (подій що виникли внаслідок реалізації ризику) на системі водопостачання (залежно від варіанта табл. 1.2), занести результати в таблицю 1.3.

Таблиця 1.2 – Варіанти навчальних завдань

Варіант	Ризикова подія	Варіант	Ризикова подія
1	Обвали, групові травми, смерть	6	Смерть
2	Витрати на ремонт, обвали	7	Хвороба, смерть
3	Групові травми, смерть	8	Антропогенні екологічні катастрофи
4	Екологічна катастрофа	9	Витрати на ремонт
5	Збільшення затрат на безпеку довкілля	0	Витрати на ремонт

Таблиця 1.3 – Класифікація та характеристика видів ризику у водопостачанні і водовідведенні

Ч. ч.	Ризикова подія	Джерело ризику	Об'єкт ризику	Вид ризику	Місце аварії	Категорія тяжкості наслідків відмов
1	2	3	4	5	6	7

№ 2 АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Мета: проаналізувати можливі відмови на системах водопостачання.

Аналіз небезпеки (відмов) методом побудови «дерева подій». Логічним інструментом локалізації найбільш небезпечних ланок будь-якої системи є метод побудови «дерева подій». Суть методу полягає в пошуку оптимального рішення, що знижує імовірність можливості виникнення небезпечної події.

Запобігання небезпеці або захист від неї базується на вагомості відмов для системи. Між реалізованими небезпеками й причинами існує причинно-наслідковий зв'язок. Отже, причини й небезпеки утворюють неісрархічні, ланцюгові структур, або системи. Графічне зображення таких залежностей нагадує розгалужене дерево. У гілках «дерев» зазвичай розміщуються галузі причин і галузі небезпеки. Побудова «дерев» є винятково ефективного процедурою виявлення причин різних небажаних подій. Границі розгалуження «дерев» визначаються логічною доцільністю одержаних нових галузей. «Дерево подій» є логічним представленням реагування розглянутої системи (процесу) на вихідні події. Кожна послідовність як результат має безпечний або аварійний стан.

«Дерева подій» забезпечують наочність аварійних послідовностей від початку до кінця.

Метод побудови «дерева подій» є наочним способом простеження виконання таких функцій:

- визначення аварійних наслідків;
- визначення необхідних функцій системи безпеки;
- квантифікація частот послідовностей.

Після виникнення ініціюючої (пікової) події, наприклад, коротке замикання, витік небезпечних речовин, знеструмлення, зараження джерела водопостачання, відмова елемента тощо, можуть бути генеровані певні небажані події.

Процедура операцій під час аналізу методом «дерева подій» полягає в розгляді можливостей розвитку ініціюючої або пікової події. Далі визначають бар'єри безпеки, призначені для обмеження негативних наслідків такої події.

Розвиток послідовності подій розглядається по черзі, з урахуванням захисних бар'єрів. На кожному рівні дерева подій розглядаються два логічні стани: успіх (так) і невдача (ні) залежно від того, виконав бар'єр своє завдання чи ні. «Дерево подій» дозволяє виконати як якісний, так і кількісний аналіз небезпек. У разі кількісного аналізу гілці, що позначає успіх, привласнюється ймовірність P_i , а гілці, що ідентифікується з невдачею, $1 - P_i$.

Наприклад, пікова подія – заражена вода – з'явилася в системі водопостачання. На рисунку 2.1 подано аналіз розвитку цієї події за допомогою спрощеного «дерева подій».

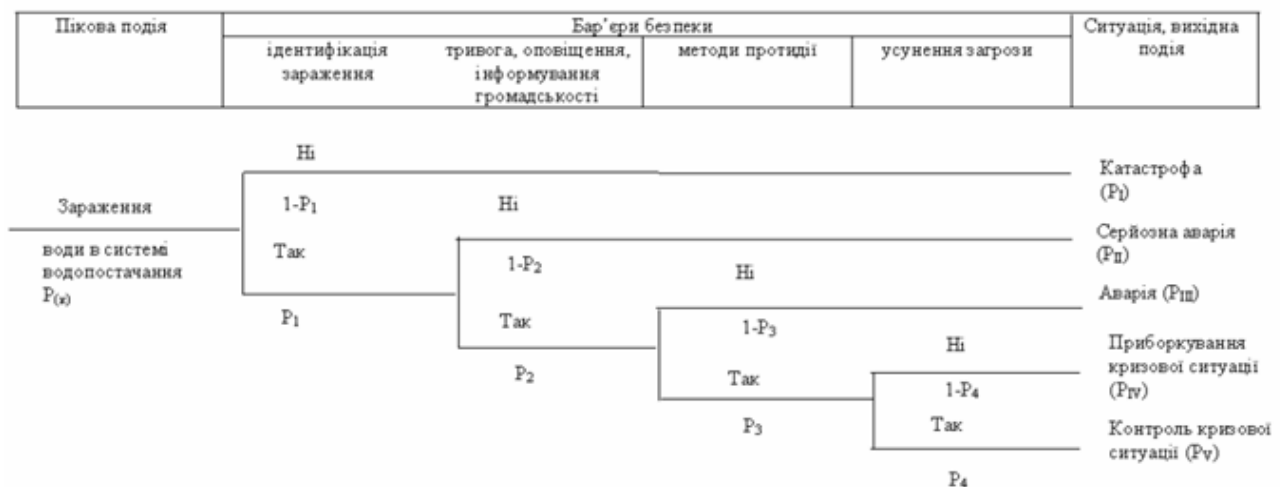


Рисунок 2.1 – «Дерево подій» після появи забруднення в системі водопостачання

Бар'єри безпеки, які обмежують негативні наслідки цієї події:

- ідентифікація зараження;
- тривога, оповіщення, постійне інформування громадськості;
- методи протидії;
- усунення загрози.

Унаслідок аналізу визначаються окремі ймовірності виникнення чергових станів:

- катастрофи:

$$P_I = P(k) \cdot (1 - P_1);$$

- серйозної аварії:

$$P_{II} = P(k) \cdot P_1(1 - P_2);$$

- аварії:

$$P_{III} = P(k) \cdot P_1 P_2 (1 - P_3);$$

– приборкання кризової ситуації:

$$P_{IV} = P(k) \cdot P_1 P_2 P_3 (1 - P_4);$$

– контроль кризової ситуації:

$$P_V = P(k) \cdot P_1 P_2 P_3 P_4.$$

Завдання.

Відповідно до проведеної у попередньому завданні роботі ідентифікації небезпек (варіант з табл. 1.2) зобразити одну з подій у вигляді «дерева подій».

№ 3 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Мета: ідентифікувати та проаналізувати можливі відмови на системах водопостачання.

Завдання.

Ідентифікувати небезпеки відповідно до поданих ризикових подій (подій, що виникли внаслідок реалізації ризику (табл. 3.1)) на системі водовідведення. Заповнити таблицю 3.2.

Таблиця 3.1 – Варіанти

Варіант	Ризикова подія	Варіант	Ризикова подія
1	Витрати на ремонт, обвали	6	Хвороба, смерть
2	Обвали, групові травми	7	Групові отруєння, хвороба
3	Хвороба	8	Витрати на ремонт внутрішнього опорядження будівлі
4	Збільшення затрат на безпеку довкілля	9	Антропогенна катастрофа
5	Екологічна катастрофа	0	Обвал ґрунту, витрати на ремонт дорожнього полотна

Таблиця 3.2 – Класифікація та характеристика видів ризику

№ з/п	Ризикова подія	Джерело ризику	Об'єкт ризику	Вид ризику	Місце аварії	Категорія тяжкості наслідків відмов
1	2	3	4	5	6	7

№ 4 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Мета: провести ідентифікацію небезпек відповідно до поданих ризикових подій (подій що виникли внаслідок реалізації ризику) в системі теплопостачання.

Завдання: занести результати в таблицю «Класифікація та характеристика видів ризику». Відповідно до проведеної у попередньому завданні ідентифікації небезпек зобразити одну з подій у вигляді «дерева подій»

Таблиця 4.1 – Варіанти завдань

Варіант	Ризикова подія	Варіант	Ризикова подія
1	Обвали, групові травми, смерть	6	Смерть
2	Витрати на ремонт, обвали	7	Хвороба, смерть
3	Групові травми, смерть	8	Антропогенні екологічні катастрофи
4	Екологічна катастрофа	9	Витрати на ремонт
5	Збільшення затрат на безпеку довкілля	0	Витрати на ремонт

Таблиця 4.2 – Класифікація та характеристика видів ризику

Ч. ч.	Ризикова подія	Джерело ризику	Об'єкт ризику	Вид ризику	Місце аварії	Категорія тяжкості наслідків відмов
1	2	3	4	5	6	7

№ 5 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕК І АНАЛІЗ ВІДМОВ НА СИСТЕМАХ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Мета: провести ідентифікацію небезпек відповідно до поданих ризикових подій (подій що виникли внаслідок реалізації ризику) в системі газопостачання.

Завдання. Варіанти завдань подані в таблиці 5.1. Занести результати в таблицю 5.2. Здійснити ідентифікацію небезпек у газопостачанні та зобразити одну з подій у вигляді «дерева подій».

Таблиця 5.1 – Варіанти завдань

Варіант	Ризикова подія	Варіант	Ризикова подія
1	Вибух, групові травми, смерть	6	Витік газу, отруєння, смерть
2	Пожежа, витрати на ремонт	7	Вибух
3	Витік газу	8	Вибух, пожежа, смерть
4	Пожежа, обвал конструкцій	9	Витік газу, вибух
5	Вибух, групові опіки, смерть	0	Витік газу, отруєння

Таблиця 5.2 – Класифікація та характеристика видів ризику

Ч. ч.	Ризикована подія	Джерело ризику	Об'єкт ризику	Вид ризику	Місце аварії	Категорія тяжкості наслідків відмов
1	2	3	4	5	6	7

№ 6 ШЛЯХИ ГАРАНТУВАННЯ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРУБОПРОВОДІВ

Мета: ознайомитися з вимогами безпеки під час експлуатації трубопроводів.

Трубопроводи призначені для транспортування стисненого повітря, води, пари, різних газів та рідин. Для швидкого визначення вмісту трубопроводів, а отже, і дотримання працівниками відповідних вимог безпеки при наближенні до них, встановлено десять груп речовин і відповідне розпізнавальне пофарбування трубопроводів, якими вони транспортуються: перша група – вода (зелений), друга – пара (червоний), третя – повітря (синій), четверта і п'ята – горючі та негорючі гази, включаючи скраплені (жовтий), шоста – кислоти (оранжевий), сьома – луги (фіолетовий), восьма і дев'ята – горючі і негорючі рідини (коричневий), нульова – інші речовини (сірий).

Розрізнявальне пофарбування трубопроводів проводиться по всій їх довжині або на окремих ділянках залежно від місця розташування, освітленості, розмірів тощо.

Для того щоб відокремити вид небезпеки на трубопроводи наносять сигнальні кольорові кільця: червоні – для легкозаймистих, вибухово- і вогненебезпечних речовин; жовті – для шкідливих і небезпечних речовин (отруйні, токсичні, радіоактивні); зелені – для безпечних і нейтральних речовин. Іноді для конкретизації виду небезпеки додатково до сигнальних кольорових кілець застосовують попереджувальні знаки, маркувальні щитки та написи на трубопроводах у найбільш небезпечних місцях комунікацій.

Прокладання трубопроводів на території підприємства може бути підземним (у каналах та безканальне), наземним (на опорах) та надземним (на естакадах, колонах, стінах будівель тощо). За можливості доцільно здійснювати наземне та надземне прокладання трубопроводів, оскільки тоді легко здійснювати огляд та перевірку їх стану. Крім того, термін використання таких трубопроводів у 2–3 рази більший, ніж у підземних.

Трубопроводи виготовляють із суцільнотягнутих труб зі зварними з'єднаннями. Для полегшення монтажу та ремонту на трубопроводі у зручних та доступних місцях встановлюють фланцеві з'єднання. Трубопроводи

прокладають з певним ухилом (1 : 500) за напрямом руху газів, а в низько розташованих місцях встановлюють сепаратори зі спускними кранами для вилучення конденсату та води.

З метою запобігання виникнення теплових напружень, які можуть спричинити розриви при охолодженні труб або вигини при їх нагріванні, на трубопроводах передбачаються компенсаційні елементи: компенсаційні петлі, ліроподібні труби, сальникові компенсатори тощо. Найбільш розповсюдженими є П-подібні компенсаційні петлі, які дозволяють рівномірно розподілити теплові деформації по трубопроводу.

Для забезпечення безпеки на трубопроводі повинні бути встановлені справні та належним чином відрегульовані редуційні, зворотні, запірні та запобіжні клапани. Редуційні клапани (регулятори тиску) підтримують у системі задані значення тиску незалежно від змінювання витрат газу чи рідини споживачами. Зворотні клапани пропускають газ чи рідину по трубопроводу лише в одному напрямі, тому запобігають зворотному їх ходу при виникненні аварійних ситуацій (наприклад, в разі займання у трубопроводі горючого газу). Зворотні клапани при перевищенні допустимого тиску автоматично відкриваються і частина газу чи рідини викидається в атмосферу чи утилізаційний канал. Якщо по трубопроводу транспортуються отруйні, токсичні, вибухово-пожежонебезпечні гази або рідини, то запобіжні клапани повинні бути закритого типу (при їх відкриванні відбувається викид газу чи рідини у закриту систему).

Трубопроводи періодично підлягають зовнішнім оглядам та гідравлічним випробовуванням. При зовнішніх оглядах визначається стан зварних та фланцевих з'єднань, сальників, перевіряються ухили, прогини, міцність несучих опор та конструкцій. При гідравлічних випробовуваннях перевіряється герметичність та міцність трубопроводу. Якщо під час гідравлічного випробовування тиск у трубопроводі не впав, а на зварних швах, фланцевих з'єднаннях, корпусах запобіжних пристроїв не виявлено тріщин, розривів, витікань, то результат випробовування вважається задовільним.

Таким чином, безпека експлуатації трубопроводів забезпечується їх правильним прокладанням, якісним монтажем, встановленням компенсаційних елементів, необхідних запобіжних пристроїв та арматури, контролем їх технічного стану та своєчасним ремонтом.

На багатьох підприємствах і в побуті широко використовується природний газ, здебільшого як паливо. З огляду на те що природний газ належить до вибухонебезпечних речовин, газопровід разом з установками, які регулюють подачу газу та працюють на ньому, належить до об'єктів

підвищеної небезпеки, тому потребує особливої обережності під час експлуатації. Як правило, причиною аварій, вибухів, пожеж при експлуатації газового господарства та газопроводу є витік газу. Оскільки природний газ не має запаху, то для швидкого виявлення його витіку до нього додають одорант – речовину із сильним запахом (наприклад, етилмеркаптан). Для запобігання виникненню наведених струменів небезпечної величини, що можуть спричинити вибухи та пожежі, газопроводи обов’язково заземлюють та встановлюють струмопровідні перемички на всіх фланцевих з’єднаннях.

№ 7 РОЗРАХУВАННЯ ВИТРАТ ТЕПЛОТИ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Мета: ознайомитися з методикою визначення витрат теплоти на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

7.1 Система опалення

Система опалення слугує для підтримання в помешканні заданої температури повітря. Вона компенсує тепловтрати через захисні конструкції будинку і витрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить за рахунок інфільтрації.

Джерелами тепла при централізованому теплопостачанні можуть бути теплоелектроцентралі (ТЕЦ), на яких здійснюється комбінований виробіток електричної і теплової енергії та котельні установи великої потужності. Теплоносієм є нагріта вода з температурою 150 °С.

Підімкнення системи опалення будинку до теплових мереж здійснюється через центральний тепловий пункт ЦТП, де відбувається розподіл, регулювання параметрів теплоносія для місцевої системи опалення і приготування води для гарячого водопостачання.

Теплоносієм у місцевій системі є гаряча вода з температурою 90–70°.

ЦТП бажано розміщувати в центрі теплового навантаження із забезпеченням умов для перебування постійного чергового персоналу.

Визначення максимального теплового потоку на опалення будинків, Вт:

$$Q' = Q'_{ж} + Q'_z, \quad (7.1)$$

де $Q'_{ж}$ – тепловий потік на опалення житлових будинків;
 Q'_z – тепловий потік на опалення громадських будинків;

$$Q'_{ж} = q_0 \cdot F_{ж}; \quad (7.2)$$

$$Q'_{\Sigma} = q_0 \cdot F_{\Sigma} \cdot (1 + K_1) \quad (7.3)$$

де q_0 – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків на 1 м² загальної площі (за табл. 7.1);

F_{Σ} – загальна площа житлових будинків, м²;

F'_{Σ} – загальна площа громадських будинків, м²;

K_1 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських будинків, приймають рівним 0,25.

Таблиця 7.1 – Укрупнені показники максимального теплового потоку, q_0 , Вт.

Поверховість житлової забудови	Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t^{\circ}\text{C}$			
	-15	-20	-25	-30
1–2	159	166	173	177
3–4	86	91	97	101
≥ 5	70	73	81	85

7.2 Система гарячого водопостачання

Система гарячого водопостачання призначена для одержання, розподілу і використання гарячої води з $t = 55^{\circ}\text{C}$ для господарсько-побутових потреб. У централізованих системах теплопостачання приготування гарячої води здійснюється у швидкісних або ємкісних бойлерах, встановлених у ЦТП.

Холодна вода з міського водопроводу подається в ЦТП, де нагрівається теплоносієм, що надходить від централізованого джерела теплопостачання. Для забезпечення постійної температури приймають циркуляційну схему подачі гарячої води.

Визначення максимального теплового потоку на гаряче водопостачання житлових і громадських будинків, Вт:

$$Q_{\Sigma.г.} = q_{\Sigma.г.} \cdot N \cdot 2,4, \quad (7.4)$$

де $q_{\Sigma.г.}$ – укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одну особу (Вт), приймають залежно від норми водоспоживання q_{utot} .

При $q_{\text{utot}} = 250$ л/особу за добу – $q_{\text{г.в.}} = 376$ Вт;

При $q_{\text{utot}} = 360$ л/особу за добу – $q_{\text{г.в.}} = 407$ Вт;

N – кількість мешканців, що користуються централізованим гарячим водопостачанням.

7.3 Система вентиляції

Система вентиляції забезпечує видалення з помешкань забрудненого і подачу чистого повітря, тобто створює необхідний повітрообмін у приміщеннях.

У житлових будинках і гуртожитках передбачається природна витяжна вентиляція з улаштуванням каналів у внутрішніх стінах помешкань. У літню пору вентиляція здійснюється через відкриті квартирки і вікна.

У будинках громадського і комунально-побутового призначення передбачається влаштування примусової вентиляції теплим потоком повітря.

Визначення максимального теплового потоку на вентиляцію громадських будинків, Вт:

$$Q_n = q_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot F_z, \quad (7.5)$$

де q_0 – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків на 1 м^2 загальної площі (див. табл. 7.1);

K_1 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських будинків, приймають 0,25;

K_2 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських будинків, побудованих після 1985 р., приймають 0,6;

F_z – загальна житлова площа будинків.

№ 8 ТРАСУВАННЯ МЕРЕЖ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Мета: закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови жилої групи спроектувати газові мережі середнього й низького тиску та розташувати ГРП, визначити розрахункові витрати споживання газу; згідно з планом будинку запроектувати внутрішню систему газопостачання.

Газові мережі мікрорайону необхідно проектувати низького тиску із облаштуванням одного газорегулювального пункту (далі – ГРП) поблизу ЦТП, але на відстані не менше 10 м. До ГРП підводиться розподільний газопровід середнього тиску. У ГРП забезпечується очищення газу від механічних домішок і зниження тиску газу до необхідної величини. Від ГРП по розвідних газопроводах низького тиску природний газ надходить у внутрішні системи газопостачання будинків. Газопроводи можуть прокладатися в землі або в

стінах будинків вище вікон першого поверху. При прокладанні газопроводів низького тиску в землі введення до будинків роблять крізь сходові клітки, а при надземному прокладанні – безпосередньо в кухні або у сходові клітки.

Газопроводи середнього й низького тиску не прокладають у колекторах, технічних підвалах і «зчепленнях». У разі спільного прокладання газопроводи розміщують паралельно до колектора на обумовленій відстані.

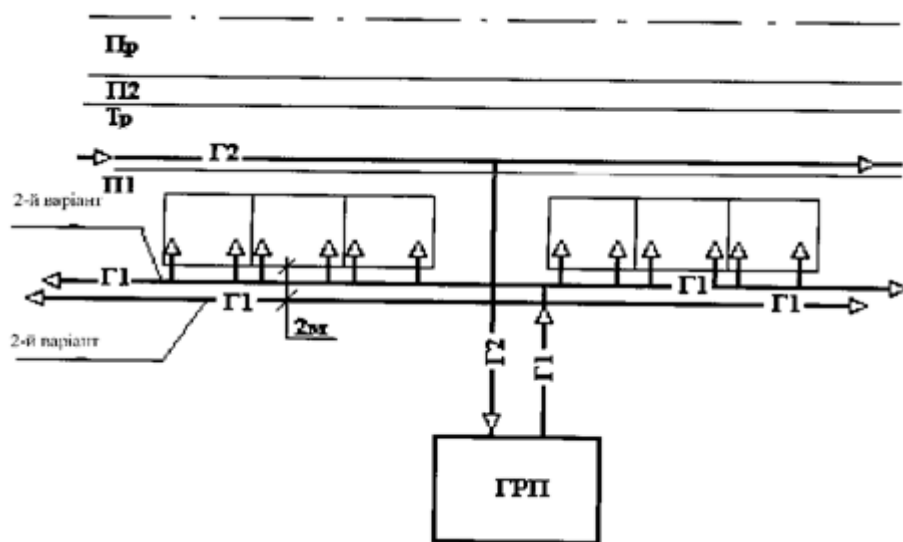


Рисунок 8.1 – Методи прокладання газових мереж

Річні витрати газу на побутові потреби встановлюють для кожного мікрорайону:

$$g_p = m \cdot \frac{n_1 + n_2}{Q_p^H}, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (8.1)$$

де m – кількість мешканців у мікрорайоні;

n_1 – норма витрат газу на приготування їжі на одну особу, Ккал/рік;

n_2 – норма витрат газу на приготування гарячої води (якщо в мікрорайоні передбачене гаряче водопостачання, $n_2 = 0$);

Q_p^H – калорійність газового палива, Ккал/м³.

Годинні витрати газу для усіх видів споживачів визначають залежно від річних витрат газу та коефіцієнта годинного максимуму k_m за формулою (8.2):

$$g_r = g_p \cdot k, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (8.2)$$

Для житлових мікрорайонів k_m обирають залежно від кількості мешканців у мікрорайоні.

№ 9 ТРАСУВАННЯ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Мета: закріпити лекційний і додатковий матеріал: на генплані забудови житлової групи спроектувати електричні мережі та розташувати ТП, визначити витрати електричної енергії, вивчити вимоги безпеки електричних мереж.

У системах електропостачання міст найбільшого поширення набуло прокладання кабелів у траншеях. Можливе прокладання кабелів у азбестоцементних і бетонних трубах. Конструкція кабелів залежить від призначення та напруги електролінії. Струмоведучі жили кабелю виготовляють із алюмінію та міді.

У прохідних каналах кабелі прокладають без броні, що знижує вартість електроліній, поліпшує їхню профілактику та ремонт. Кабельні лінії розміщують на відстані не менше 2 м від стовбурів дерев та 0,6 м від фундаментів будинків.

Трансформаторні підстанції призначені для приймання, змінювання рівня напруги та розподілу електричної енергії. Зниження напруги забезпечують трансформатори. У мікрорайонах рекомендуються закриті ТП, які можуть бути включені у громадські будинки або прибудовані до них, а також виконуватися у вигляді окремих будинків за типовими кресленнями.

Окремі ТП мають виготовлятися зі збірних залізобетонних елементів промислового виробництва. Розташовуються вони на відстані 10 м від будинків, електропостачання яких здійснюється від розподільних щитів, розташованих у сходових клітках.

Приклади трасування електричних мереж наведені на рисунках 9.1–9.6.

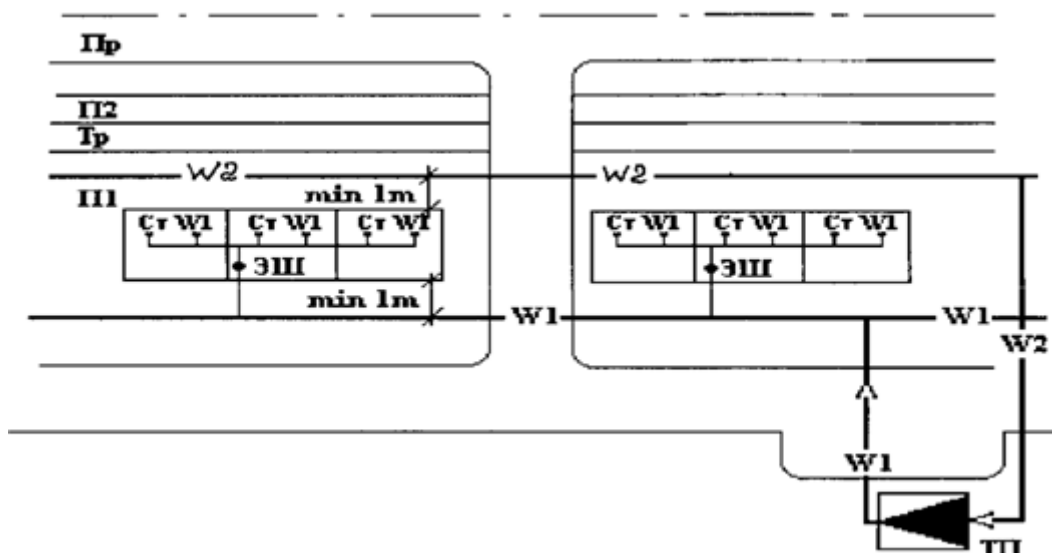


Рисунок 9.1 – Роздільний метод прокладання силових розподільних і розвідних електричних мереж

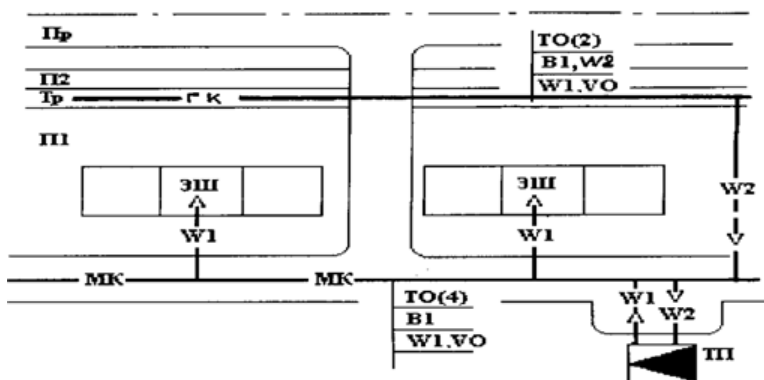


Рисунок 9.2 – Суміщений метод прокладання силових електричних мереж

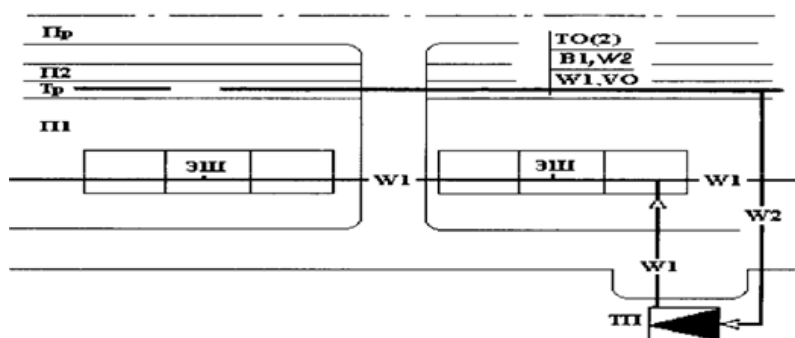


Рисунок 9.3 – Суміщений метод прокладання силових електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підвалах і «зчепленнях»

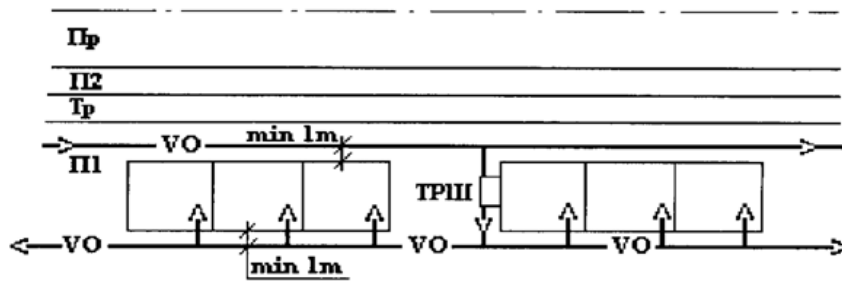


Рисунок 9.4 – Роздільний метод прокладання слабострумівих електричних мереж

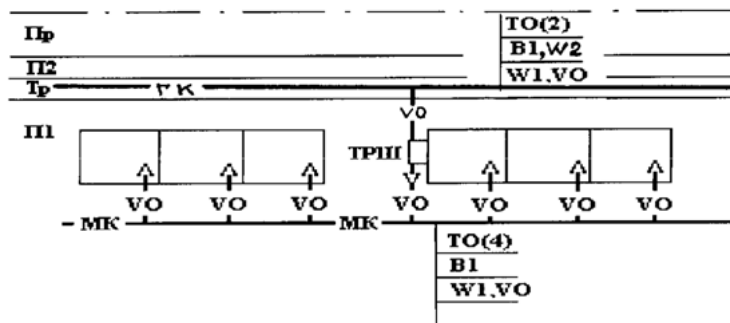


Рисунок 9.5 – Суміщений метод прокладання слабострумівих електричних мереж

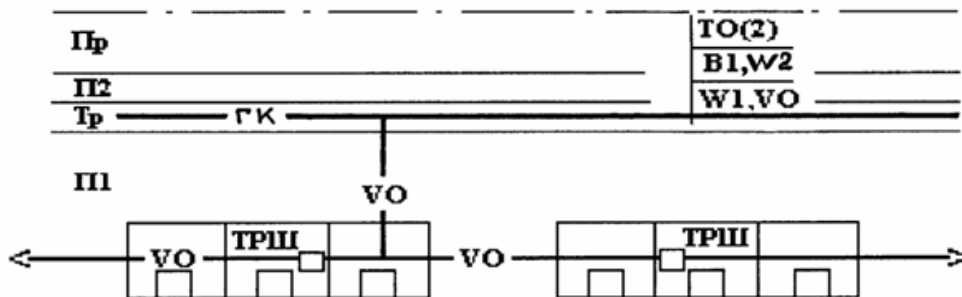


Рисунок 9.6 – Суміщений метод прокладання слабострумівих електричних мереж: розподільні – у міському колекторі; розвідні – у технічних підвалах і «зчепленнях»

Розрахункове електричне навантаження житлових будинків складається з навантажень квартир і загальнобудинкових силових електроприймачів (електродвигунів ліфтів, вентиляторів і т. д.).

Для житлових будинків ВСН регламентує два характерні режими електроспоживання із застосуванням найбільш типових електроприладів:

- 1) для газифікованих квартир;
- 2) для квартир з електроплитами.

Розрахункове навантаження квартир ($P_{кв}$) визначають за такою формулою, кВт:

$$P_{кв} = P_{кв.пит.} \cdot n, \quad (9.1)$$

де $P_{кв.пит.}$ – питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир, обладнаних електроплитами (табл. 17.2);

n – кількість квартир у будинку.

Розрахункове навантаження ліфтових установок, кВт:

$$P_{кв} = k_n \cdot D_i, \quad (9.2)$$

де k_n – коефіцієнт попиту, що залежить від кількості ліфтових установок і поверхів будинку (табл. 9.1);

n – кількість ліфтів у секції будинку;

D_i – установлена потужність двигунів, $D_i = 4,5$ кВт.

Таблиця 9.1 – Значення коефіцієнтів попиту ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	Коефіцієнт попиту для будинків висотою	
	до 12 поверхів	12 поверхів і вище
2–3	0,8	0,9
4–5	0,7	0,8
6–7	0,6	0,7
8–10	0,5	0,6
11–20	0,4	0,5
> 20	0,35	0,4

Таблиця 9.2 – Питоме розрахункове навантаження електроприймачів квартир

Споживачі електроенергії – квартири з плитами:	Питоме розрахункове навантаження електроприймачів за кількості квартир, кВт на одну квартиру									
	1–3	6	12	18	24	40	60	100	200	400
На природному газі	4,5	2,3	1,45	1,15	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45
На скрапленому газі та твердому паливі	5,0	2,6	1,65	1,35	1,15	1,0	0,9	0,8	0,75	0,7
Електричний потужності до 5,9 кВт	6,0	3,2	2,4	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9
Електричний потужності до 5,9–8 кВт	7,0	4,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,3	1,15	1,0	0,9

Розрахункове навантаження кількості квартир, не зазначене в таблиці, визначають шляхом інтерполяції.

Питоме розрахункове навантаження квартир враховує навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень (сходів, ліфтових холів, вестибюлів, технічних підвалів, сміттєзбірних камер тощо.)

У житлових будинках понад дев'ять поверхів передбачається система димовідведення. Із цією метою на кожній сходовій клітці встановлюють один вентилятор на припливній установці з потужністю $P_n = 10$ кВт і один на витяжній установці з потужністю $P_B = 10$ кВт.

Розрахункове навантаження двигунів силових установок розраховують за такою формулою, кВт:

$$P_{ДВ} = (P_{П} + P_B) \cdot n, \quad (9.3)$$

де n – кількість секцій у будинку.

Загальне розрахункове навантаження житлового будинку визначають, як суму освітлювального й силового навантаження, кВт:

$$P_{жб} = P_{кв} (\cos j_{кв} + 0.9 P_{л}) (\cos j_{л} + P_{дв}) \cos j_{дв}, \quad (9.4)$$

де $\cos j_{кв}$, $\cos j_{л}$, $\cos j_{дв}$ – розрахункові значення коефіцієнтів потужності, (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 – Значення коефіцієнтів потужності живильних ліній житлових будинків

Споживачі, підімкнені до живильних ліній	Розрахункові значення коефіцієнтів потужності
Квартири:	0,98
– з електричними кухонними плитами;	
– з кухонними плитами на природному газі; скрапленому газі й твердому паливі	0,96
Насоси, вентилятори	0,85
Ліфти	0,6

Приклад 9.1 Визначити розрахункові навантаження для житлових газифікованих будівель. Один із будинків 40-квартирний, інший – 200-квартирний. Житлова площа квартир – 35 м², другий будинок має чотири ліфтові установки ($P_{двиг} = 5$ кВт).

Питомі навантаження на квартиру визначають за таблицею 9.1.

За формулою (9.1) для розрахункового навантаження лінії, яка живить 40-квартирний будинок (за відсутності нежитлових приміщень і силового навантаження),

$$P_{кв} = P_{кв.лут.} \cdot n \times 1,05 = 0,7 \times 40 \times 1,05 = 29,4 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт 1,05 відображає збільшення на 1 % для 1 м² додаткової (>30 м²) площі помешкань.

Для лінії, що живить будинки з ліфтовими установками, розрахункове навантаження визначається тим самим способом.

ПИТАННЯ ДО САМОПІДГОТОВКИ

1. Вимоги безпеки до технологічних процесів (видів робіт).
2. Вимоги до виробничих приміщень.
3. Вимоги до вихідних матеріалів.
4. Загальні вимоги до навантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт.
5. Основні шляхи забезпечення безпеки виробничих процесів.
6. Вимоги до виробничих майданчиків і території виробничого підприємства.
7. Безпечна експлуатація ручних машин.
8. Безпечна експлуатація засобів підмоцвання.
9. Вимоги до виробничого устаткування.
10. Вимоги безпеки при складуванні будівельних матеріалів і конструкцій.
11. Вимоги до розміщення виробничого устаткування і організації робочих місць.
12. Вимоги до зберігання і транспортування вихідних матеріалів, готової продукції і відходів виробництва.
13. Наведіть приклади робіт підвищеної небезпеки.
14. Наведіть приклади машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.
15. Загальні вимоги до організації проведення робіт з підвищеною небезпекою.
16. Дозвіл на пуск установок, що працюють під тиском, в експлуатацію.
17. Джерела аварій посудин і установок, що працюють під тиском.
18. Особливості безпечної експлуатації криогенної техніки.

19. Безпечна експлуатація мобільних будівельних машин.
20. Загальні вимоги до експлуатації будівельних машин, засобів механізації, технологічного оснащення та інструменту.
21. Вимоги пожежної безпеки на будівельних майданчиках.
22. Вимоги електробезпеки на будівельних майданчиках.
23. Вимоги безпеки щодо облаштованості і утримання виробничих територій, ділянок робіт і робочих місць.
24. Огляди та обслуговування установок, що працюють під тиском.
25. Небезпека використання кріогенних систем.
26. Організація загальнобудівельних робіт.
27. Організація робочих місць при загальнобудівельних роботах.
28. Безпека праці при виконанні земляних робіт.
29. Загальні вимоги до організації виробничих територій ділянок робіт і робочих місць
30. Безперервна схема організації хіміко-технологічної системи.
31. Безпека праці при виконанні транспортних робіт.
32. Безпека праці при улаштуванні штучних основ і фундаментів.
33. Безпека праці при виконанні кам'яних робіт.
34. Безпека праці при виконанні бетонних робіт.
35. Забезпечення вибухобезпечності технологічної системи при пуску в роботу або зупинці устаткування.
36. Засоби контролю за параметрами технологічних систем.
37. Системи проти аварійного захисту.
38. Енергетична стійкість технологічної системи.
39. Спеціальні заходи для виробництв, що мають в своєму складі технологічні блоки I категорії вибухонебезпеки.
40. Спеціальні системи аварійного звільнення.
41. Збурення, що допускають стабілізацію.
42. Різні стани техногенного об'єкту.
43. Складові управління техногенним ризиком.
44. Масообмінні процеси. Процеси змішування.
45. Теплообмінні процеси. Хімічні (реакційні) процеси.
46. Вибір систем протиаварійного захисту.
47. Якість продукції: основні поняття, терміни і визначення.
48. Наведіть приклади посудин та установок, що працюють під тиском.
49. Державний нагляд і контроль у сфері техногенної безпеки
50. Особливості виконання вимог техногенної безпеки на об'єктах, які потрапляють у зону можливої небезпеки від ПНО або ОПН.

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВІДКРИТИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Мета роботи: оволодіти навичками оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях

1 Основне поняття про Методику прогнозової оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях

1.1 Призначення і сфера застосування Методики

Методика прогнозової оцінки забруднення відкритих вододжерел аварійно хімічно небезпечними речовинами (АХНР) в надзвичайних ситуаціях згідно з [3] (далі – Методика) призначена для здійснення оперативних розрахунків щодо визначення основних характеристик забруднення водотоків та водоймищ під час аварійних скидань у них АХНР.

До уваги беруться тільки ті аварійні скидання, які можуть призвести до високого (більше 10-ти гранично допустимих концентрацій АХНР у воді (ГДК_в)) та екстремально високого (понад 100 ГДК_в) забруднення водних об'єктів, унаслідок чого у створі водокористування розрахована за прогнозом або зафіксована під безпосереднім спостереженням концентрація хоча б за однією із забруднювальних речовин може виключити та обмежити можливість водокористування.

Методика призначена для використання в міністерствах, відомствах, організаціях та на об'єктах промисловості, пов'язаних із використанням, зберіганням та транспортуванням АХНР, органах управління МНС, органах управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення обласних та районних державних адміністрацій, штабах цивільної оборони.

1.2 Основні поняття, що використовуються у Методиці

Аварійно хімічно небезпечна речовина – небезпечна хімічна речовина, яка використовується у промисловості та сільському господарстві і при аварійному викиді (виливі) якої може відбутися забруднення навколишнього середовища у вражаючих живий організм концентраціях (токсодозах).

Гранично допустима концентрація хімічної речовини у воді водних об'єктів господарчо-питного водокористування – концентрація речовини, яка

не повинна чинити прямого або побічного впливу на організм людини протягом всього її життя та на здоров'я наступних поколінь.

Консервативна речовина – речовина, яка не змінюється у воді за рахунок хімічних та гідробіологічних процесів. Зменшення концентрації консервативних речовин здійснюється в результаті розчинювання.

Неконсервативна речовина – речовина, концентрація якої у воді зменшується як шляхом розчинення, так і внаслідок хімічних і гідробіологічних процесів.

Водний об'єкт – форма зосередження води на поверхні суші (річка, озеро, болото, льодовик та ін.), для вивчення режиму яких застосовуються гідрологічні методи вимірювання та аналізу.

Водойма – безстічний або з уповільненим стоком вод водний об'єкт (водосховища, озера, пруди).

Водозабір – забір води з водного об'єкта для задоволення народногосподарських потреб.

Водні джерела – водні об'єкти, які включають водотоки та водоймища, які використовуються для вживання води.

Водотік – водний об'єкт, який характеризується рухом води у напрямі нахилу в заглибленні земної поверхні (річки, рукави, канали).

Створ – умовний поперечний та повздовжній перетин водотоку або водоймища, в якому здійснюється для отримання гідрологічних, гідрохімічних та інших даних про водний об'єкт.

Коефіцієнт повздовжньої дисперсії – величина, яка чисельно характеризує розповсюдження домішок у водотоці, обумовлене нерівномірністю усереднених швидкостей.

Коефіцієнт швидкості самоочищення – показник, який характеризує час, необхідний для зменшення концентрації речовини до певного рівня внаслідок хімічних, гідробіологічних та інших подібних процесів, що відбуваються у водних об'єктах.

Коефіцієнт шорсткості русла – величина, яка чисельно характеризує опір, що чинить русло потоку, яке тече в ньому.

Коефіцієнт шорсткості льоду – величина, яка чисельно характеризує опір, який чинить нижня поверхня льоду потоку.

Льодостав – період, протягом якого спостерігається нерухоме льодове покриття на водному об'єкті.

1.3 Порядок застосування Методики

Вивчимо можливість застосування розглянутої методики для здійснення

прогнозних оцінок забруднення річок у разі аварійного скидання в них АХНР.

Така оцінка включає:

- а) підготовку вихідних даних;
- б) визначення основних характеристик забруднення: часу підходу зони забруднення з максимальною концентрацією АХНР до заданого створу; максимального значення концентрації АХНР у зоні забруднення річки; тривалості проходження високих (екстремально високих) концентрацій АХНР у заданому створі річки.

1.4 Підготовка вихідних даних

Записуємо вихідні дані, подані в таблиці Б.1, а саме:

1. Координати місця скидання АХНР $X_{\text{скид}}$, $Y_{\text{скид}}$.
2. Координати створу водозабору $X_{\text{ств}}$, $Y_{\text{ств}}$.
3. Назва АХНР.
4. Об'єм аварійного скидання W , м³.
5. Час аварійного скидання t_o , год.
6. Концентрація АХНР в аварійному скиданні C_a , мг/л.
7. Температура води (тільки для неконсервативних речовин) T_e , °С.
8. Пора року.
9. Характеристика русла.
10. Середню глибину ділянки річки H , м.

Наносимо на карту дані про аварійне скидання (порядок нанесення подано на рис. 1).

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки річки L , км (по карті або згідно з варіантом за табл. Б.1).

12. Середню ширину ділянки річки B , м (по карті).

Якщо аварійне скидання відбулося до річки Сиверка, то $B = 8$ м.

Якщо аварійне скидання відбулося до річки Висима, то $B = 18$ м.

13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці v , м/с (по карті).

Для річок Сиверка і Висима $v = 0,2$ м/с.

14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла $n_{\text{ш}}$ (табл. А.1), а при наявності льоду (зима або початок весни) – ще і коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду $n_{\text{л}}$ (табл. А.2).

15. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений) D_n , м (для літа визначається за табл. А.3, для зими та початку весни (березень) – за табл. А.4).

16. Коефіцієнт самоочищення АХНР (K , 1/доба, табл. А.5 або дорівнює нулю в разі відсутності АХНР, табл. А.5).

17. Гранично допустиму концентрацію АХНР у воді $ГДК_в$, мг/л (табл. А.6).

18. Коефіцієнт, який враховує випаровування АХНР у початковий період змішування з водою Y (табл. А.8 або дорівнює 1 в разі відсутності АХНР, табл. А.8).

1.5 Визначення основних характеристик забруднення

1. Розраховуємо час доставляння річкової води від місця аварії до заданого створу річки:

$$t_d = \frac{L}{3,6 \cdot v}, \text{ год.}$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною концентрацією АХНР до заданого створу річки:

$$t_{max} = t_d + t_o / 2, \text{ год.}$$

3. Визначаємо витрату АХНР, що потрапляє до річки:

$$q = W \cdot \frac{Y}{3600} \cdot t_o, \text{ м}^3/\text{с.}$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання АХНР:

$$Q = v \cdot B \cdot H, \text{ м}^3/\text{с.}$$

5. Визначаємо коефіцієнт j , який враховує змішування АХНР у масі водного потоку (табл. А.7).

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію АХНР в річці:

$$J = \frac{q}{j \cdot Q + q}.$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = D_n \cdot v, \text{ м}^2/\text{с}.$$

8. Визначаємо параметр Z :

$$Z = D \cdot \frac{t_{\max}}{6} \cdot v \cdot t_0 .$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію АХНР в річці:

$$S = \frac{3,1415}{1+Z}, \text{ якщо } Z > 3 \text{ і } t_{\max} > t_0;$$

$$S = 1, \text{ якщо } Z < 3 \text{ або } t_{\max} < t_0.$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність АХНР:

$$e = \exp\left(-\left(K \cdot t_0 / 24\right)\right).$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію АХНР в заданому створі річки:

$$C_{\max} = C_a \cdot J \cdot S \cdot e, \text{ мг/л.}$$

12. Визначаємо значення високих і екстремально високих концентрацій АХНР:

$$C_{\text{вк}} = 10 \cdot ГДК_{\text{в}}, \text{ мг/л};$$

$$C_{\text{евк}} = 100 \cdot ГДК_{\text{в}}, \text{ мг/л} .$$

13. Визначаємо тривалість проходження високих або екстремально високих концентрацій АХНР в заданому створі річки:

$$T_{nk} = t_0 \cdot (1+Z) \left(1 - \frac{C_{\text{евк}}}{C_{\max}}\right), \text{ год (якщо } C_{\text{евк}} < C_{\max});$$

$$T_{nk} = t_0 \cdot (1+Z) \left(1 - \frac{C_{\text{вк}}}{C_{\max}}\right), \text{ год (якщо } C_{\text{вк}} < C_{\max} < C_{\text{евк}}).$$

Якщо $C_{\max} < C_{\text{вк}}$, то можна стверджувати, що таке аварійне скидання не призводить до високого або екстремально високого забруднення річки.

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого (екстремально високого) забруднення крізь заданий створ:

$$t_{\phi} = t_{\max} - \frac{T_{nk}}{2}, \text{ год} .$$

15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого (екстремально високого) забруднення крізь заданий створ:

$$t_x = t_{max} + \frac{T_{nk}}{2}, \text{ год.}$$

2 Приклад застосування Методики

Задано: у місці з координатами $X_{скид}$, $Y_{скид}$ відбувся вилив до річки АХНР об'ємом W з концентрацією C_a і тривав протягом часу t_o .

Необхідно: підготувати вихідні дані та визначити основні характеристики забруднення.

Приклад застосування Методики покажемо для варіанту № 6 (за табл. Б.1).

2.1 Підготовка вихідних даних

Записуємо вихідні дані, задані в таблиці вихідних даних (табл. Б.1), а саме:

1. Координати місця скидання АХНР $X_{скид} = 5\,049\,600$, $Y_{скид} = 1\,266\,000$.
2. Координати створу водозабору $X_{ств} = 5\,050\,800$, $Y_{ств} = 125\,800$.
3. Назву АХНР – бензин.
4. Об'єм аварійного скидання $W = 92\text{ м}^3$.
5. Час аварійного скидання $t_o = 1,2\text{ год}$.
6. Концентрацію АХНР в аварійному скиданні $C_a = 700\text{ мг/л}$.
7. Температуру води $T_{\theta} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
8. Пору року – весна.
9. Характеристику русла – річки з відносно чистими руслами.
10. Середню глибину ділянки річки $H = 1,3\text{ м}$.

Наносимо попередню інформацію про скидання на карту (рис. 1), а саме:

– позначаємо відповідно до заданих координат місце скидання АХНР та місце створу водозабору (жирними точками червоного кольору);

– наносимо умовний знак місця скидання (чорним кольором, сторона квадрату умовного знака – 1,5 см) та робимо біля нього чорним кольором пояснювальний напис у вигляді дробу (в чисельнику – назва АХНР, у знаменнику – об'єм аварійного скидання W та час аварійного скидання t_o); наносимо умовний знак створу водозабору (чорним кольором, сторона квадрата умовного знака – 1,5 см, сторона рівнобічного трикутника умовного знака – 1,5 см) та залишаємо біля нього вільне місце для пояснювального напису;

– відстань по річці між позначеними точками жирно наводимо синім кольором.

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки $L = 9,8$ км.
12. Середню ширину ділянки $B = 18$ м.
13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці $v = 0,2$ м/с.
14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла $n_{ш} = 0,04$ (табл. А.1);
15. Коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду $n_l = 0,025$ (табл. А.2);
16. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії, приведений шляхом інтерполяції:

$$D_n = 17,17 + \frac{18,37 - 17,17}{2 - 1} \cdot (1,3 - 1) = 17,53 \text{ м (табл. А.4).}$$

16. Коефіцієнт самоочищення АХНР $K = 0,06$ 1/добу (табл. А.5).
17. ГДК_в АХНР ГДК_в = 0,1 мг/л (табл. А.6).
18. Коефіцієнт, який враховує випаровування АХНР у початковий період змішування з водою $Y=1$.

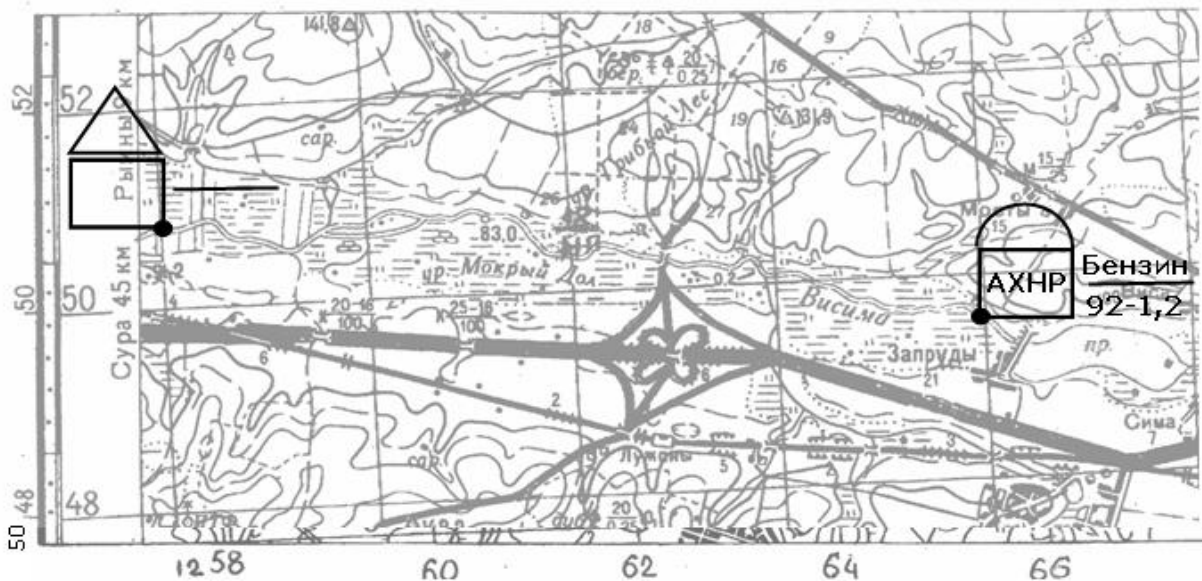


Рисунок 1 – Нанесення попередньої інформації про забруднення на карту

2.2 Визначення основних характеристик забруднення

1. Розраховуємо час доставляння річкової води від місця аварії до заданого створу:

$$t_0 = \frac{9,8 \text{ км}}{3,6 \cdot 0,2 \text{ м/с}} = 13,6 \text{ год.}$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною

концентрацією АХНР до заданого створу річки:

$$t_{max} = 13,6 \text{ год} + \frac{1,2 \text{ год}}{2} = 14,2 \text{ год}.$$

3. Визначаємо витрату АХНР, що потрапляє до річки:

$$q = 92 \text{ м}^3 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1 \text{ год} = 0,031 \text{ м}^3/\text{с}.$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання АХНР:

$$Q = 0,2 \text{ м/с} \times 18 \text{ м} \times 1,3 \text{ м} = 4,68 \text{ м}^3/\text{с}.$$

5. Визначаємо коефіцієнт, який враховує змішування АХНР у масі водного потоку (табл. А.7): $j = 0,8$.

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію АХНР в річці:

$$J = \frac{0,031}{0,8 \cdot 4,86 + 0,031} = 0,0081.$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = 17,53 \text{ м} \times 0,2 \text{ м/с} = 3,51 \text{ м}^2/\text{с}.$$

8. Визначаємо параметр Z:

$$Z = 3,51 \cdot \frac{14,26}{6} \cdot 0,2 \cdot 1,2 = 1,99.$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію АХНР в річці:

$$S = 1, \text{ оскільки } Z < 3.$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність АХНР:

$$e = \exp\left(-\left(0,006 \frac{1}{\text{доба}} \cdot 13,6 \frac{\text{год}}{24}\right)\right) = 0,97.$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію АХНР в заданому

створі річки:

$$C_{max} = 700 \text{ мг/л} \times 0,0081 \times 1 \times 0,97 = 5,5 \text{ мг/л}.$$

12. Визначаємо значення високих та екстремально високих концентрацій АХНР:

$$C_{вк} = 10 \times 0,1 \text{ мг/л} = 1 \text{ мг/л}; C_{евк} = 100 \times 0,1 \text{ мг/л} = 10 \text{ мг/л}.$$

Оскільки $C_{вк} < C_{max} < C_{евк}$ ($1,0 \text{ мг/л} < 5,5 \text{ мг/л} < 10,0 \text{ мг/л}$), то далі в розрахунках використовуємо $C_{вк}$).

13. Визначаємо тривалість проходження високих концентрацій АХНР у заданому створі річки:

$$T_{нк} = 1,2 \text{ год} \cdot (1 + 1,99) \cdot \left(1 - \frac{1 \text{ мг/л}}{0,75 \text{ мг/л}}\right) = 2,9 \text{ год}.$$

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого забруднення крізь заданий створ:

$$t_{\phi} = 14,2 \text{ год} - \frac{2,9 \text{ год}}{2} = 12,7 \text{ год}.$$

15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого забруднення крізь заданий створ:

$$t_x = 14,2 \text{ год} + \frac{2,9 \text{ год}}{2} = 15,7 \text{ год}.$$

Наносимо інформацію про характеристики забруднення на карту (рис. 2), а саме: біля умовного знака створу водозабору у дробу записуємо: в чисельнику – C_{max} та $T_{нк}$, у знаменнику – t_{ϕ} та t_x .

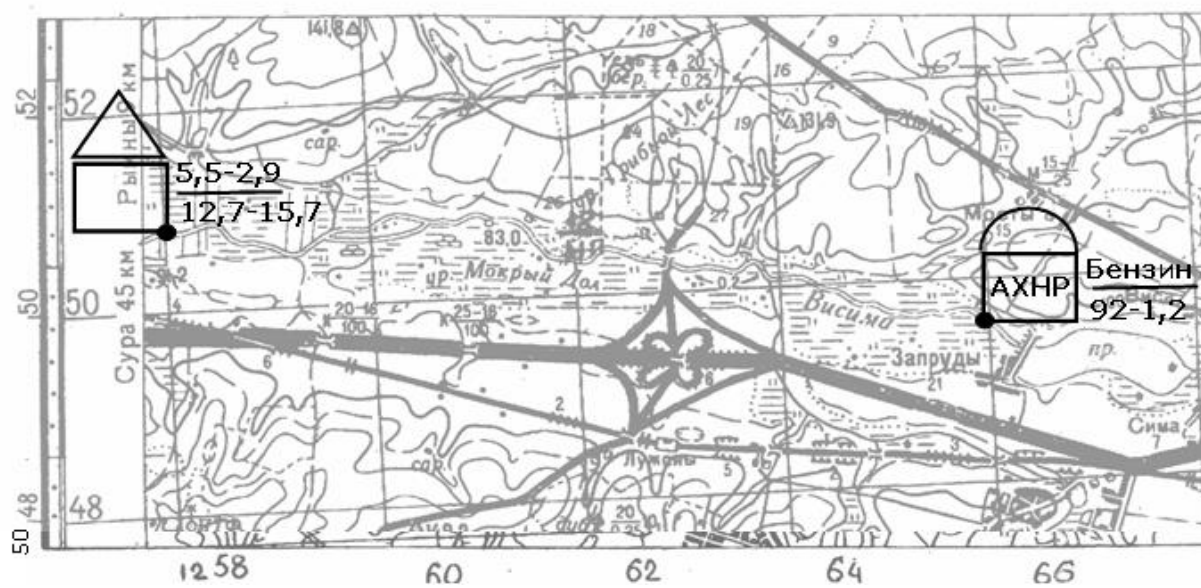


Рисунок 2 – Нанесення інформації про характеристики забруднення на карту

ДОДАТОК А

Таблиці для проведення розрахунків

Таблиця А.1 – Коефіцієнти шорсткості для відкритих русел водотоків, $n_{ш}$

Характер русла річки	$n_{ш}$	Характер русла річки	$n_{ш}$
У надзвичайно сприятливих умовах	0,025	У відносно сприятливих умовах	0,035
У сприятливих умовах течії	0,030	З відносно чистими руслами	0,040

Таблиця А.2– Коефіцієнти шорсткості для нижньої поверхні льоду, $n_{л}$

Період льодоставу	$n_{л}$
Перші 10 днів після льодоставу (перша-друга декада грудня)	0,150
10–20-й день після льодоставу (остання декада грудня і початок січня)	0,100
20–60-й день після льодоставу (середина січня і перша декада лютого)	0,050
60–80-й день після льодоставу (кінець лютого – початок березня)	0,040
80–110-й день після льодоставу (березень)	0,025

Таблиця А.3 – Коефіцієнти повздовжньої дисперсії, D_n , м

Глибина, H , м	D_n при коефіцієнті шорсткості, $n_{ш}$								
–	0,02	0,030	0,035	0,040	0,050	0,067	0,080	0,100	0,133
1,0	2,6	4,3	6,4	9,1	16,3	35,2	56,1	100,8	213,4
2,0	3,6	5,6	8,2	11,2	18,9	37,2	59,8	101,0	215,2
3,0	4,6	7,0	10,0	13,6	22,5	42,0	63,0	105,0	220,6
4,0	5,5	8,4	12,0	16,2	26,8	50,9	74,3	118,3	225,9

Таблиця А.4 – Коефіцієнт повздовжньої дисперсії, D_n , м (для умов льодоставу)

Глибина H , м	D_n при коефіцієнті шорсткості для нижньої поверхні льоду, $n_{л}$							
–	0,010	0,015	0,025	0,030	0,040	0,050	0,100	0,150
$n_{ш} = 0,025$								
1,0	3,12	4,21	7,70	10,23	17,29	27,59	155,78	499,43
2,0	3,91	5,15	8,92	11,54	18,49	28,02	126,33	336,66
$n_{ш} = 0,030$								
1,0	4,79	6,12	10,21	13,10	20,97	32,20	166,77	519,46
2,0	5,79	7,24	11,51	14,41	21,96	32,12	133,90	347,81
$n_{ш} = 0,035$								
1,0	7,00	8,59	13,34	16,62	25,38	37,65	179,26	542,04
2,0	8,19	9,85	14,65	17,84	26,02	36,86	142,39	360,27
$n_{ш} = 0,040$								
1,0	9,84	11,71	17,17	20,88	30,61	43,99	193,29	567,13
2,0	11,14	13,03	18,37	21,87	30,71	42,27	151,81	374,00

Таблиця А.5 – Орієнтовні значення коефіцієнтів самоочищення води водотоків від деяких АХНР K , 1/добу

АХНР	K при температурі води		
	$>15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$	$<10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Аміак	2,7	1,8	0,9
Бензин	2,4	0,15	0,06
Нафтопродукти	0,3	0,2	0,02
Феноли	0,6	0,4	0,2
Формальдегід	3,0	2,1	0,6

Таблиця А.6 – Гранично допустимі концентрації деяких АХНР у водотоках та водоймах господарчо-питного водокористування, $ГДК_{\epsilon}$, мг/л

АХНР	$ГДК_{\epsilon}$	АХНР	$ГДК_{\epsilon}$
Бензин	0,1	Ртуть (в неорг. сп.)	0,0005
Бензол	0,5	Сірководень	1,0
Гідразингідрат	0,01	Свинець (в неорг. сп.)	0,03
Дихлоретан	0,02	Толуол	0,5
Керосин технічний	0,01	Фенол	0,001
Метанол	3,0	Формальдегід	0,05
Нафта	0,3	Фурфурол	1,0
Оцтова кислота	1,0	Хлорбензол	0,02

Таблиця А.7 – Орієнтовні значення коефіцієнта j для водотоків

Відстань від місця аварійного скидання до заданого створу, км		j при витраті води, Q , $\text{м}^3/\text{с}$		
–		<10	$10-100$	>100
До 20		0,8	0,5	0,2
21	30	1,0	0,7	0,3

Таблиця А.8 – Орієнтовні значення коефіцієнтів Y , які враховують випаровування деяких АХНР, що киплять, у початковий період їх змішування з водою

АХНР	Значення Y при температурі води		
	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$20\text{ }^{\circ}\text{C}$
Аміак	0,77	0,56	0,42
Метиламін	0,10	0,09	0,08
Сірководень	0,25	0,20	0,15
Формальдегід	0,73	0,71	0,68

ДОДАТОК Б

Завдання до розрахунково-графічного завдання

У місці з координатами $X_{скид}$, $Y_{скид}$ відбувся вилив до річки АХНР об'ємом W з концентрацією C_a , який тривав протягом часу t_0 . Необхідна для проведення розрахунків інформація подана в таблиці Б.1.

Потрібно підготувати вихідні дані та визначити основні характеристики забруднення.

Таблиця Б.1 – Вихідні дані для проведення розрахунків

Ч. ч.	Назва АХНР	$X_{скид}$	$Y_{скид}$	$X_{ств}$	$Y_{ств}$	H , м	W , $м^3$	t_0 , год	L , км	C_a , мг/л	T_0 , $^{\circ}C$	Пора року	Х-ка русла
1	Бензин	5 040 800	1 264 000	5 043 666	1 260 800	1,3	32	1,1	4,8	700	20	літо	НСУ
2	Бензин	5 040 800	1 264 000	5 044 000	1 260 333	1,3	92	0,8	5,7	700	2	зима 1	НСУ
3	Бензин	5 040 800	1 264 000	5 044 466	1 259 733	1,3	69	0,7	6,5	700	2	зима 2	СУТ
4	Бензин	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 261 200	1,3	77	1,4	6	700	2	зима 3	СУТ
5	Бензин	5 049 600	1 266 000	5 050 660	1 260 000	1,3	83	1,5	7,4	700	2	зима 4	ВСУ
6	Бензин	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 258 000	1,3	92	1,2	9,8	700	5	весна	ВЧР
7	Фенол	5 040 800	1 264 000	5 043 666	1 260 800	1,3	20	1,1	4,8	1030	20	літо	НСУ
8	Фенол	5 040 800	1 264 000	5 044 000	1 260 333	1,3	9	0,7	5,7	1030	2	зима 1	НСУ
9	Фенол	5 040 800	1 264 000	5 044 466	1 259 733	1,3	11	0,8	6,5	1030	2	зима 2	СУТ
10	Фенол	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 261 200	1,3	25	0,9	6	1030	2	зима 3	СУТ
11	Фенол	5 049 600	1 266 000	5 050 660	1 260 000	1,3	29	1	7,4	1030	2	зима 4	ВСУ
12	Фенол	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 258 000	1,3	30	0,6	9,8	1030	5	весна	ВЧР
13	Іони свинцю	5 040 800	1 264 000	5 043 666	1 260 800	1,3	40	1,1	4,8	400	20	літо	НСУ
14	Іони свинцю	5 040 800	1 264 000	5 044 000	1 260 333	1,3	56	1,2	5,7	400	2	зима 1	НСУ
15	Іони свинцю	5 040 800	1 264 000	5 044 466	1 259 733	1,3	200	1,3	6,5	400	2	зима 2	СУТ
16	Іони свинцю	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 261 200	1,3	50	1,4	6	400	2	зима 3	СУТ
17	Іони свинцю	5 049 600	1 266 000	5 050 660	1 260 000	1,3	60	1,5	7,4	400	2	зима 4	ВСУ
18	Іони свинцю	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 258 000	1,3	70	1,6	9,8	400	5	весна	ВЧР
19	Хлорбензол	5 040 800	1 264 000	5 043 666	1 260 800	1,3	8	1,5	4,8	1 110	20	літо	НСУ
20	Хлорбензол	5 040 800	1 264 000	5 044 000	1 260 333	1,3	105	0,8	5,7	1 110	2	зима 1	НСУ
21	Хлорбензол	5 040 800	1 264 000	5 044 466	1 259 733	1,3	32	1,1	6,5	1 110	2	зима 2	СУТ
22	Хлорбензол	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 261 200	1,3	44	1,2	6	1 110	2	зима 3	СУТ
23	Хлорбензол	5 049 600	1 266 000	5 050 660	1 260 000	1,3	28	1,3	7,4	1 110	2	зима 4	ВСУ
24	Хлорбензол	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 258 000	1,3	39	0,9	9,8	1 110	5	весна	ВЧР
25	Дихлоретан	5 040 800	1 264 000	5 043 666	1 260 800	1,3	7	1,2	4,8	1 250	20	літо	НСУ
26	Дихлоретан	5 040 800	1 264 000	5 044 000	1 260 333	1,3	41	0,8	5,7	1 250	2	зима 1	НСУ
27	Дихлоретан	5 040 800	1 264 000	5 044 466	1 259 733	1,3	22	1,1	6,5	1 250	2	зима 2	СУТ
28	Дихлоретан	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 261 200	1,3	26	1,2	6	1 250	2	зима 3	СУТ
29	Дихлоретан	5 049 600	1 266 000	5 050 660	1 260 000	1,3	18	1,3	7,4	1 250	2	зима 4	ВСУ
30	Дихлоретан	5 049 600	1 266 000	5 050 800	1 258 000	1,3	15	1,2	9,8	1 250	5	весна	ВЧР

Умовні позначення:

НСУ – річки в надзвичайно сприятливих умовах;

СУТ – річки в сприятливих умовах течії;

ВСУ – річки у відносно сприятливих умовах;

ВЧР – річки з відносно чистими руслами;

зима1 – перші 10 днів після льодоставу;

зима2 – 10–20-й день після льодоставу;

зима3 – 20–60-й день після льодоставу;

зима4 – 60–80-й день після льодоставу;

весна – 80–110-й день після льодоставу.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 [Електрон. ресурс]. – Чинний від 01–01–2011. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>, вільний (дата звернення: 25.10.2024). – Назва з екрана.

2. Порядок ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки та ведення їх обліку [Електрон. ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2022 р. № 1030. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 26.09.2024). – Назва з екрана.

3. Про затвердження Методики прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті [Електрон. ресурс] : Наказ МВС України від 29.11.2019 № 1 000. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>, вільний (дата звернення: 02.01.2025). – Назва з екрана.

4. Про затвердження Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки [Електрон. ресурс] : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.10.2011 № 1107. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1107-2011-п>, вільний (дата звернення: 26.09.2024). – Назва з екрана.

5. Про затвердження Правил техногенної безпеки [Електрон. ресурс] : Наказ МНС України від 05.11.2018 № 879. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1346-18#Text>, вільний (дата звернення: 26.09.2024). – Назва з екрана.

6. Питання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів [Електрон. ресурс] : Постанова КМУ від 13.04.2011 № 466. – Чинний від 13–06–2011. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text>, вільний (дата звернення: 26.10.2024). – Назва з екрана.

7. ДБН А.3.2-2-2009 ССБП. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення. – Чинний від 2012–04–01. – Київ : Мінрегіон, 2012. – 116 с.

8. Методичні рекомендації з розроблення планів цивільного захисту на особливий період суб'єктами господарювання [Електрон. ресурс]. – Електрон.

текст. дані. – Режим доступу: https://rada.info/upload/users_files/04355355/ed0f4479fcc1d2bea64ea77ee58c1614.pdf, вільний (дата звернення: 03.11.2024). – Назва з екрана.

9. ДБН В.2.5-76:2014 Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2014–06–01. – Київ : Мінрегіон України, 2016. – 38 с. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0029858-14#Text>, вільний (дата звернення: 26.09.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять, виконання розрахунково-графічної та
самостійної робіт
із навчальної дисципліни

**«БЕЗПЕКА ПРАЦІ НА ОБ'ЄКТАХ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА»**

*(для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм
навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека)*

Укладач **АБРАКІТОВ** Володимир Едуардович

Відповідальна за випуск *Ю. С. Левашова*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *В. Е. Абракітов*

План 2025, поз. 125М

Підп. до друку 02.09.2025. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 2,3.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.