МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Волошкіна О.С.,

Жукова О.Г.,

Сіпаков Р.В.

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

Практикум для студентів

спеціальності 101 «Екологія»

Всі цитати, цифровий та

фактичний матеріал,

бібліографічні відомості

перевірені. написання

одиниць вимірювання

відповідає стандартам

Підписи авторів\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018р.

Підпис голови методичної комісії спеціальності

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Волошкіна О.С.,

Жукова О.Г.,

Сіпаков Р.В.

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

Практикум для студентів

спеціальності 101 «Екологія»

Київ 2018

УДК 556.114

Укладачі: Волошкіна О.С.,

Жукова О.Г.,

Сіпаков Р.В.

Рецензент О.А. Василенко, к.т.н., професор

Затверджено на засіданні кафедри Охорони праці і навколишнього середовища, протоколу № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 року

 **Екологічна безпека:** практикум для студентів спеціальності 101 «Екологія»/ Волошкіна О.С., Жукова О.Г., Сіпаков Р.В. – К.:КНУБА,2018. – 40с.

Практикум містить практичні задачі з оцінки забруднення навколишнього середовища методом матеріального балансу, розрахунки зон санітарної охорони джерел підземного водопостачання, а також розрахунки міграції забруднюючих речовин в підземних водах у випадку надзвичайних ситуацій, розрахунки ризику та викидів основних шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, пов’язаних з роботою двигунів внутрішнього згорання.

УДК 556.114

©Волошкіна О.С., Жукова О.Г., Сіпаков Р.В., 2018

©КНУБА, 2018

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ……………………………………………………. | 5 |
| **Практична робота № 1.** Оцінка забруднення навколишнього середовища методом побудови рівняння матеріального балансу………………………… | 7 |
| **Практична робота № 2.** Складання рівнянь матеріального балансу з урахуванням хімічних перетворень…………………………………………. | 10 |
| **Практична робота № 3.** Розрахунок зон санітарної охорони водозабору підземних джерел…………………………………………………………….. | 13 |
| **Практична робота № 4.** Розрахунок міграції забруднюючих речовин в під-земних водах……………………………………………………………………. | 117 |
| **Практична робота № 5.** Оцінка впливу техногенного навантаження на басейн малої річки……………………………………………………………... | 19 |
| **Практична робота № 6.** Розрахунок неканцерогенного ризику, пов’язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксином азоту……… | 21 |
| **Практична робота № 7.** Спрощений розвиток викидів основних шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, пов’язаних з роботою двигунів внутрішнього згорання…………………………………….. | 26 |
| ДОДАТОК А…………………………………………………………………… | 29 |
| ДОДАТОК Б……………………………………………………………………. | 30 |
| ДОДАТОК В……………………………………………………………………. | 31 |
| ДОДАТОК Д……………………………………………………………………. | 32 |
| ДОДАТОК Е……………………………………………………………………. | 33 |
| ДОДАТОК Є…………………………………………………………………… | 37 |
| ДОДАТОК Ж…………………………………………………………………… | 38 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ…………………………………. | 39 |

**ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Даний практикум присвячено кількісним методам визначення ступеня забруднення навколишнього середовища: аналіз потоків матеріалів, розрахунок міграції забруднень фільтраційним потоком, визначення зон санітарної охорони підземних водозаборів та оцінці якості поверхневих водних ресурсів після населеного пункту нижче за течією.

Практикум містить приклади робіт, які допоможуть студентам-екологам детальніше вивчити положення лекційного курсу дисциплін «Екологічна безпека» та зрозуміти використання рівнянь матеріального балансу для моделювання впливу конкретного об’єкта на навколишнє середовище. Використано окремі положення та приклади навчальних посібників [1,2].

Як приклад наведено аналіз роботи опріснювальної установки в міській системі водопостачання (Практична робота № 1), та робота системи, в якій протікають одна чи більше хімічних реакцій (Практична робота № 2).

Виконанням практичних робіт №3 та №4 передбачено вирішення таких завдань: призначити на основі розрахунків та діючих нормативних документів зони санітарної охорони підземних джерел господарсько-питного призначення; розрахувати міграцію забруднюючих речовин через зону аерації та розрахувати час, за який забруднювач потрапить до водозабору населеного пункту при аналізі аварійних ситуацій на нафтопродуктах.

Практична робота № 5 з оцінки якості поверхневих вод поблизу населеного пункту (до 100 тис. жителів)передбачає побудову динаміки гідрохімічних показників якості на основі даних спостережень Держгідромету України та аналіз їх змін за багаторічний період під впливом техногенного навантаження.

Практична робота № 6 зрозрахунок неканцерогенного ризику, пов’язаного із забрудненням атмосферного повітря.

Практична робота № 7 пов’язана з розрахунку викидів основних шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, пов’язаних з роботою двигунів внутрішнього згорання.

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1**

**Оцінка забруднення навколишнього середовища методом побудови рівнянь матеріального балансу**

Методи складання матеріальних балансів дозволяють скласти найбільш повну картину проблеми контролю компонентів навколишнього середовища та визначити ефективність, а також можливі наслідки природоохоронних заходів.

Для отримання рівнянь матеріального балансу системи, необхідно розглянути наступні етапи:

* побудова діаграми або технологічної схеми до поставленої задачі з вказівкою всіх відомих потоків та кількісних параметрів.
* визначення області рішення задачі (наприклад, проміжок часу за одну добу або масу продукту що надходить – 1000 кг).
* визначення наскрізних компонентів. Наскрізний компонент – це елемент, частина або речовина, яка проходить через систему не змінюючись. В якості наскрізного компонента часто використовується повітря, вода або інертні тверді речовини.
* визначення границь системи. Оскільки закон збереження маси справедливий як для системи в цілому, так і для кожної її ділянки, то можна вибрати таку ділянку, через яку проходить тільки 1 потік.

*Приклад розрахунку*

В міську систему водопостачання за час t (с) надходить V (л) мінералізованої вод з концентрацією солей С0 (мг/л). З цього об’єму через оглядову опріснювальну установку за одну секунду проходить Х літрів та виходить 0,75Х літрів питної води з концентрацією солей К1 (мг/л) та 0,25Х літрів концентрованого розсолу. Оскільки населення надає перевагу воді, вміст солей в якій становить С2 мг/л, то частина необробленої води з свердловини змішують з опріснювальною. Отримати воду з концентрацією солей С2 (мг/л) безпосередньо на установці зворотного осмосу неможливо.

Визначити витрату Х та концентрацію С розсолу (Додаток А).

*Розв’язання*

Спочатку будуємо схему системи, що розглядається, з усіма відомими величинами і потоками, а потім визначаємо область рішення задачі (потік виражаємо в одиницях Х, л/с). потім визначаємо наскрізний компонент (в даному випадку таким компонентом є сіль) і чотири ділянки для відбудови матеріального балансу:



Для визначення витрати розсолу складаємо рівняння матеріального балансу ділянки 4 (бак-водоприймач):



Відповідно, перепуск необробленої води складає – 0,45 л/с;

Надходження в бак опрісненої води – 7,125 л/с;

Скидання концентрованого розсолу – 2,375 л/с.

Концентрацію С розсолу можна визначити по матеріальному балансу ділянки 1 (вся система) або ділянки 3. Скористуємося матеріальним балансом всієї системи, тобто:



Концентрація розсолу дорівнює 40510 мг/л.

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2**

**Складання матеріального балансу з урахуванням**

**хімічних перетворень**

Розглянемо складання матеріального балансу по речовинах, які можуть утворюватися та з’являтися в процесі хімічних реакцій. У цьому випадку основні рівняння матеріального балансу будуть визначатися рівнянням (якщо система знаходиться в стійкому стані в визначений проміжок часу):



 - надходження речовин в систему; - видалення речовин із системи; - кількість речовини, виявленої в ході хімічної реакції; - кількість речовин, зруйнованої в ході хімічної реакції.

Наведене рівняння є випадком, коли приріст кількості речовин в системі дорівнює нулю.

При аналізі системи, я якій протікають одна або більше хімічних реакцій, слід записати для кожної реакції окремі рівняння, не включаючи в нього більше однієї реакції і інертні речовини, а також розрахувати масу кожного реагенту та продуктів їх взаємодії за рівнянням хімічної реакції для визначення пропорційних співвідношень всіх залучених в реакцію компонентів.

*Завдання*

Помістимо М (кг) осаду стічної води в непереміщуваний відстійник-перегнивач. Матеріал, який надійшов у відстійник видаляється із нього у вигляді збродженого осаду, рідини з плаваючими речовинами і газами.

Із аналізу відстійника-перегнивача відомо, що продукт, який в нього надходить, містить 4% (по масі) твердих речовин: 70% із яких органічні і 30% інертні. Органічні тверді речовини зазвичай називаються летючими. Кількість їх вимірюється згоранням висушеного залишку при 600 ºС: кожна втрата маси при такій температурі відноситься за рахунок летких твердих органічних речовин.

Зброджений осад, що видаляється з відстійника містить Ртв (% по масі) твердих речовин, із яких Р0 (%) – органічні. Незначна кількість твердих частинок міститься в відстійній рідині, проте, для спрощення розрахунку при побудові матеріального балансу ця кількість не береться до уваги (Додаток Б).

Необхідно визначити: скільки води видаляється з відстійною рідиною, яка кількість органічних твердих речовин перетворюється в газ, наскільки в процентному відношенні знижується кількість органічних твердих речовин?

*Розв’язання*

Зважаючи на вищезазначене, побудуємо схему системи, що розглядається:



В якості наскрізного компонента беремо інертні тверді речовини. За визначенням, інертні речовини не вступають в реакцію і не містяться у видаленій відстійній рідині. Кількість інертної речовини, що надходить, дорівнює:



Матеріальний баланс по інертній речовині, таким чином, набуває простого вигляду:

*12 кг надходить з осадом стічної рідини =*

*= 12 кг видаляється із збродженим осадом*

За умовою задачі тверді речовини, які видаляються з відстійника, складаються на 50% з органічних і на 50% з неорганічних речовин. Звідси визначаємо, що з відстійника разом іззбродженим осадом видаляється 12 кг інертних і 12 кг органічних речовин. Із збродженим осадом із системи видаляється Х кг води. З умови задачі відомо, що твердого збродженого осаду вміщує 6% по масі.



Матеріальний баланс по воді дає нам масу води S, яка видаляється як відстійна рідина:



Тверді речовини, які надходять із стічною рідиною, можуть бути визначені з рівняння:



Маса твердих органічних речовин в процесі ферментації зменшується з 28 кг, які надходять у відстійник, до 12 кг, які з нього видаляються, або в процентному співвідношенні:



**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3**

**Розрахунок зон санітарної охорони водозабору**

Розраховуючи зони санітарної охорони (ЗСО), необхідно використовувати такі нормативні документи: Рекомендації з гідрогеологічних розрахунків визначення меж зон санітарної охорони підземних джерел господарськопитного водопостачання (М.1983); Постановою КМУ № 2024 від 18.12.1998 р. та будівельними нормами ВБН 46//33-2.5-5-96.

Контур другого поясу ЗСО (який передбачає захист водоносного горизонту від мікробного забруднення) розраховують за допомогою гідродинамічних розрахунків, зважаючи на те, що забруднення, яке потрапляє у водоносний горизонт за контурами ЗСО, через зони аерації (збагачення на кисень) або безпосередньо в ґрунтові води не досягне водозабору за розрахунковий період експлуатації водозабору.

Мікробне забруднення відбувається внаслідок надходження у водоносний горизонт неочищених стічних вод (господарсько-побутових, дощових і вод, що інфільтруються з території житлових і промислових забудов, тваринницьких і птахоферм, полів асенізації, аварійних витоків і викидів із каналізаційних мереж та споруд), а також забруднених ними річкових вод.

Хімічне забруднення підземних вод (ІІІ пояс) відбувається за рахунок стічних вод підприємств, які надходять у водоносні горизонти з територій промислових підприємств, накопичувачів відходів та інших об’єктів акумуляції відходів; поверхневих вод, забруднювачі з сільськогосподарськими добривами і отрутохімікатами; скидання отрутохімікатів, мінеральних добрив, паливно-мастильних матеріалів та ін.

Для поверхневих водойм і річок встановлюють аналогічні ЗСО місцевості певної площі, в межах якої, не допускається ведення господарських робіт, здатних погіршити якість води в підземних джерелах.

Для поверхневих водойм і річок встановлено аналогічні ЗСО місцевості певної площі, в межах якої, не допускається ведення господарських робіт, здатних погіршити якість води в підземних джерелах.

Геометричні параметри ЗСО залежать від гідродинамічних характеристик у водоносному горизонті за встановленого режиму водозабору геологічних і гідрологічних мов території.



Ширину області захоплення водозабірної споруди визначають величиною 2d:



d – підширина області захоплення, м;

Q – добова продуктивність водозабірних споруд, м3/добу;

n – активна пористість грунту, що складає водоносний шар;

mb – потужність водоносного пласта, м;

T – розрахунковий час просування осередку забруднення до водозабірної споруди, діб;

R – величина основного захоплення (в напрямку руху води), м;

r – протяжність ЗСО вниз до потоку, м;

q – одинична витрата потоку, м3/добу;

N – відстань водо розділу, м;

L – довжина ЗСО, м.

Одиничну витрату на 1 м ширини потоку підземних вод у місці розташування водозабору в природних умовах визначають за формулою:



 - величина нахилу водної поверхні;

- коефіцієнт фільтрації, водоносного пласта, м/добу.

Віддаль від водозабору до вододільної точки визначається:



Величину основного захоплення емпірично описують рівнянням:



Величина другорядного захоплення:



Довжина L дорівнює:



Використовуючи вищенаведені формули можна розрахувати основні геометричні характеристики ЗСО для водозабірного майданчика з кількох відносно незалежних свердловин, неподалік якого, є малопотужне джерело мікробіологічного забруднення.

*Завдання*

Розрахувати ЗСО для проектного водозабору, продуктивність якого дорівнюватиме Q, тис.м3/добу. Потужність водоносного горизонту – mb (м), коефіцієнт фільтрації – kф (м/добу), активна пористість порід – n нахил водного дзеркала – l, час міграції вірогідних забруднень – T (діб). Розрахунковий період експлуатації водозабору – 25 років (Додаток В).

*Розв’язання*

а) одиночна витрата становить:



б) віддаль від водозабору до вододільної точки:



в) величина основного захоплення:



г) величина другорядного захоплення:



д) загальна протяжність ЗСО:



Отже, ЗСО повинна мати таку ширину:



Тобто, для належного захисту водозабору необхідно спроектувати ЗСО шириною 394б13 м і загальною довжиною 448б33 м (364 м проти і 83,51 м в напрямку потоку).

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4**

**Розрахунок міграції забруднюючих речовин в підземних водах**

Оцінюючи характер міграції забруднень в підземних водах, необхідно брати до уваги тип ландшафту, вид забруднення, водний режим. Для цього, на уражених ділянках розраховуємо час, за який забруднювач досягне рівня підземних вод і почне мігрувати до споживачів питної води:



де n – активна пористість слабо проникних порід (0,1…0,7); m – потужність порід в зоні живлення водоносного горизонту (місці аварії); kф1 – коефіцієнт фільтрації порід пісчано-глинистого складу (0,07…0,5 м/добу); q – величина інфільтраційного живлення, м/добу (дані регіональних метеостанцій).

Наприклад, для опадів 100 мм/рік, q= 0,0003 м/добу.



Час за який забруднювач досягне села, водозабору і річки, розраховують за формулою:



де Ly – відстань від місця аварії до населеного пункту; kф2 – коефіцієнт фільтрації порід, що утримують воду; l – величина нахилу поверхні підземних вод:



де H1 – абсолютна позначка населеного пункту, м; H2 – абсолютна позначка місця аварії, м.

*Завдання*

На ділянці нафтопроводу, віддаленій на Lу, м від населеного пункту, внаслідок порушення герметизації стався витік нафти. Необхідно визначити, через який час нафтопродукти з’являться в колодязях питного водопостачання села. Значення n ,m, kф1, q, абсолютні позначки рівня підземних вод у пункті аварії Н2 (м) та в районі села Н1 (м), kф2 порід (м/добу) подані в додатку Д.

*Розв’язання*

а) час вертикального проникнення забруднювача до t підземних вод:



б) величину нахилу водної поверхні підземного горизонту:



в) час субгоризонтальної міграції нафти в напрямку населеного пункту:



**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5**

**Оцінка впливу техногенного навантаження на басейн малої річки**

*Завдання*

Визначити динаміку зміни елементів Fe, Mg, Zn та Cu поверхневих вод у створах згідно даним спостережень за 2000-2016 рр. (Додаток Е).

За результатами таблиці 1 побудувані графіки змін важких металів у поверхневих водах р. Рось (гідроствор – 3 км нижче м. Біла Церква), які свідчать про підвищення цих компонентів у поверхневих водах та втраті інтенсивності процесів самоочищення, починаючи з 2000 року. Показники моніторингу відповідних елементів не перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК).

**Дані гідрохімічного спостереження гідроствор –**

**3 км нижче м. Біла Церква**

*Таблиця 1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** | **2005** | **2006** | **2007** | **2008** | **2009** | **2010** | **2011** | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** |
| **Mg, мг/л** | 25,2 | 27 | 21 | 28,14 | 32,4 | 21,7 | 19,2 | 22,1 | 14,3 | 24,1 | 22,3 | 23,1 | 24,2 | 22,1 | 21,8 | 20,3 | 20,1 |
| **Fe, мг/л** | 0,113 | 0,108 | 0,11 | 0,155 | 0,12 | 0,183 | 0,145 | 0,115 | 0,06 | 0,09 | 0,113 | 0,114 | 0,124 | 0,108 | 0,099 | 0,108 | 0,2 |
| **Zn, мг/л** | 0,002 | 0,007 | 0,007 | 0,009 | 0,008 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| **Cu, мг/л** | 0,002 | 0,003 | 0,036 | 0,033 | 0,014 | 0,001 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Рис.1.** Графік динаміки змін Mg (мг/л) за досліджуваний період | **Рис.2.** Графік динаміки змін Fe (мг/л) за досліджуваний період |
|  |  |
| **Рис.3.** Графік динаміки змін Zn (мг/л) за досліджуваний період | **Рис.4.** Графік динаміки змін Cu (мг/л) за досліджуваний період |

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6**

**Розрахунок неканцерогенного ризику, пов’язаного із забрудненням атмосферного повітря діоксином азоту**

*Ризик* – це ймовірність розвитку негативних наслідків для здоров’я у окремих індивідів або груп осіб, які зазнали певного впливу хімічної речовини.

*Канцерогенний ризик* – ймовірність розвитку новоутворень протягом життя людини, що обумовлена впливом потенційного канцерогенна.

Повна, або базова, схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох взаємопов’язаних етапів, а саме:

* ідентифікація небезпек;
* оцінка експозиції;
* характеристику небезпеки (оцінка залежності «доза-відповідь»);
* характеристика ризику.

Ідентифікація небезпеки.Головним завданням цього етапу є відбір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин, вивчення яких дозволить з достатньою точністю охарактеризувати рівні ризику порушення стану здоровя населення та джерела його виникнення. Пріоритетність досліджуваних речовин визначають на основі даних щодо їх біологічної активності, у тому числі канцерогенної, фізико-хімічних властивостей, які обумовлюють особливості поширеності поведінки їх у навколишньому природному середовищі та впливу на організм людини, залежності розвитку негативних ефектів (специфічних і неспецифічних) від шляху надходження речовини в організм. При цьому, як правило, використовують вторинні джерела інформації (аналітичні огляди, звіти, довідники, бази даних), що вже містять висновки висококваліфікованих експертів про небезпечні властивості даної речовини.

Оцінка експозиції – етап оцінки ризику, у процесі якого встановлюється кількісний рівень надходження речовини до організму людини певним шляхом. Він передбачає визначення шляху розповсюдження у навколишньому середовищі і впливу на організм забруднюючої сполуки, вивчення її концентрацій, установлення терміну дії і загальної тривалості впливу, оцінки чисельності популяції, яка знаходиться або вірогідно може знаходитись під впливом шкідливого чинника.

Моніторинг якості атмосферного повітря є найбільш важливим інструментом для аналітичного вмісту хімічних чинників. За сучасних умов джерелом даних можуть бути результати спеціально спрямованих спостережень та матеріали щодо стану забруднення атмосферного повітря, отримані державною системою спостережень Державної гідрометеорологічної служби МНС України та Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України.

Концентрація речовин у зоні спостережень (місце перебування людини) визначається як середньоарифметична концентрація, що мали місце протягом періоду експозиції, або як максимальна концентрація за обмежений час (у залежності від постановки завдання).

Для оцінки ризиків, зумовлених хронічним впливом хімічних речовин, мають застосовуватись середньорічні концентрації та їхні верхні 95%-ві довірчі межі. При визначенні ризиків гострих ситуацій терміном до 24 годин використовують максимальні концентрації.

Визначаючи ризик впливу атмосферного повітря на здоров’я людей, теоретично бажано враховувати весь спектр хімічних сполук, що можуть діяти у цьому місці. Однак, реально допускається обмеження їх числа пріоритетними (індикаторними) для даної території речовинами.

Критеріями вибору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичні властивості, розповсюдження у навколишньому середовищі, стійкість , здатність до біокумуляції та міграції природними ланцюгами, здатність викликати негативні ефекти (незворотні, віддалені) та чисельність населення, на яке потенційно вони можуть впливати.

При визначенні пріоритетних речовин доцільно урахувати також закордонні переліки (Росія, США), що складалися на основі вивчення компонентів забруднення повітряного середовища та характерних викидів різних промислових галузей.

Характеристика небезпеки. Головним чином завдання етапу є узагальнення та аналіз наявних даних щодо гігієнічних нормативів, безпечних рівнів впливу (рефератних доз та концентрацій), критичних органів/систем та негативних ефектів, що можуть виникати за дії певної речовини або групи речовин.

Дія хімічних сполук зумовлює широкий спектр шкідливих ефектів, які залежать від шляху та тривалості надходження в організм, рівнів доз або концентрацій. У методології оцінки ризику прийнято орієнтуватися на той шкідливий ефект, який виникає за впливу найменшої із ефективних доз (критичний ефект, критичні органи/системи).

Характеристика ризику. Для характеристики ризику розвитку не канцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає порогів ефект. Дані показники є основою для установлення рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) і концентрацій (RfC). Перевищення референтної дози не обов’язково пов’язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша ймовірність його виникнення. Якщо референтна доза не перевищена, то ніяких регулюючих втручань не потрібно. У випадку, коли вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, величину якої можна оцінити лише за допомогою вивчення залежності «доза-відповідь» та спектра шкідливих ефектів.

Залежність «доза - відповідь» - зв'язок між рівнем експозиції (дозою) і ступенем прояву специфічного ефекту у популяції, що зазнає впливу даної сполуки.

Характеристику ризику розвитку не канцерогенних ефектів здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

 або 

Де: HQ – коефіцієнт небезпеки; AD – середня доза, мг/кг; AC – середня концентрація, мг/м3; RfD – референтна (безпечна) доза, мг/кг; RfC - референтна концентрація, мг/м3.

За інгаляційного надходження, якщо цього не потребують спеціальні задачі дослідження, немає необхідності розраховувати дозу впливу, а розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою:



HQі – коефіцієнт небезпеки впливу і-тої речовини; Cі – рівень впливу і-тої речовини, мг/м3; RfC – безпечний рівень впливу, мг/м3.

**Критерії неканцерогенного ризику**

*Таблиця 6.1*

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика ризику | Коефіцієнт небезпеки (HQ) |
| Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий | <1 |
| Гранична величина, що потребує термінових заходів, однак не може розглядатись як досить прийнятна | 1 |
| Ймовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ | >1 |

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо за умов короткотривалого (гострого), підгострого і тривалого впливу хімічної речовини. При цьому період осереднення експозиції і відповідних безпечних рівнів впливу має бути аналогічним.

Критерії для характеристики коефіцієнта небезпеки наведено у таблиці 6.1.

*Завдання*

Розрахувати неканцерогенний ризик, який пов’язаний із забрудненням атмосферного повітря діоксином азоту (Додаток Є)

*Розв’язання*

Характеристику розвитку не канцерогенних ефектів за впливу діоксину азоту концентрації 0,099 мг/м3 в атмосферному повітрі здійснюємо шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки:



Отже, не канцерогенний ризик для здоров’я населення за впливу діоксину азоту концентрації 0,099 мг/м3 в атмосферному повітрі не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7**

**Спрощений розвиток викидів основних шкідливих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, пов’язаних з роботою двигунів внутрішнього згорання**

У щоденній практичній діяльності на автотранспортному підприємстві викиди шкідливих речовин в атмосферну від двигунів внутрішнього згорання пов’язані, головним чином, з парко-гаражними роз’їздами автомобілів і їхнім технічним обслуговуванням.

На авторитетних підприємствах ці викиди пов’язані з роботою двигунів на обкатних, контрольних і іспитових стендах, а також з роботою технологічного транспорту й спец механізмів на станціях на території підприємства й усередині цехів.

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу повинні бути прилічені до відповідних джерел (організованим – по номерах на їхній карті-схемі на підприємстві, неорганізовані – по ділянках території). І визначені кількісно по кожному з основних інгредієнтів за рік у тонах і максимально разові викиди, характерні для періоду найбільших кількостей забруднюючих атмосферу речовин, що виділяються в одиницю часу (рік/с).

Викиди забруднюючих речовин від двигунів внутрішнього згорання при роботі в режимі стаціонарних джерел (внутрішньо гаражні роз’їзди, пости технічного обслуговування й мийки) визначаються в кількості 0,5% від викидів при витраті заданої кількості палива, у тому числі на гаражні роз’їзди приходиться 70%, на техобслуговування 30%.

Питомий викид токсичних речовин залежить від потужності й типу двигуна, його роботи, технічного стану автомобіля, швидкості руху, стану й ухилу дороги, якості палива.

Кількість викидів забруднюючих речовин () в атмосферу визначається за формулою:

 т/год

- кількість згорілого палива, т/рік

- питома кількість викидів при згоранні 1т бензину або дизельного палива (таблиця 7.1)

**Питома кількість викидів**

*Таблиця 7.1*

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування забруднюючої речовини | Питомий викид , т/т |
| Бензин  | Дизельне паливо |
| Оксид вуглецю | 0,6 | 0,1 |
| Вуглеводні  | 0,1 | 0,03 |
| Діоксид азоту  | 0,04 | 0,04 |
| Сажа (аерозоль) | 0,00058 | 0,0155 |
| Діоксид сірки  | 0,002 | 0,02 |
| Сполуки свинцю  | 0,0003 | - |
| Бензапирен | 0,00000023 | 0,00000031 |

Фактична витрата палива на внутрішньогаражні розїзди й технічне обслуговування становить 0,5% від загальної витрати палива по АТП за розрахунковий рік.

У тому числі витрата автобензину та дизпалива ():

* на гаражні роз’їзди 70% від фактичного (т);
* на техобслуговування 30% від фактичного (т).

Максимальний разовий викид:

, г/с

*Завдання*

Дано (Додаток Ж): в автомобільному підприємстві річна витрата бензину склала:

* автобензину – 10 т;
* дизельного палива – 5т.

Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу за рік по основних інгредієнтах за результатами розрахунків відбиваються в таблиці 7.2

*Розв’язання*

**Кількість викидів забруднюючої речовини**

*Таблиця 7.2*

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування забруднюючої речовини | Питомий викид , т/т |
| Бензин | Дизельне паливо |
| Гаражний роз’їзд | Техобслуговування | Гаражний роз’їзд | Техобслуговування |
| Оксид вуглецю | 4,2 | 1,8 | 0,35 | 0,15 |
| Вуглеводні | 0,7 | 0,3 | 0,105 | 0,045 |
| Діоксид азоту | 0,28 | 0,12 | 0,14 | 0,06 |
| Сажа (аерозоль) | 0,00406 | 0,00174 | 0,05425 | 0,02325 |
| Діоксид сірки | 0,014 | 0,006 | 0,07 | 0,03 |
| Сполуки свинцю | 0,0021 | 0,0009 |  |  |
| Бензапирен | 0,00000161 | 0,00000069 | 0,000001085 | 0,000000465 |

Найбільші викиди на АТП доводяться на період внутрішнього виходу автотранспорту за час, характерний для особливостей роботи АТП. Прийнято час t= 2 години (7200с) роз’їздів 70%.

г/с

**ДОДАТОК А**

Завдання до практичної роботи № 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта | t, с | V, л | С0, мг/л | К1, мг/л | С2, мг/л |
| 1 | 1 | 10 | 10000 | 1000 | 500 |
| 2 | 1 | 11 | 10010 | 1010 | 500 |
| 3 | 1 | 12 | 10020 | 1020 | 500 |
| 4 | 1 | 13 | 10030 | 1030 | 500 |
| 5 | 1 | 14 | 10040 | 1040 | 500 |
| 6 | 1 | 15 | 10050 | 1050 | 500 |
| 7 | 1 | 16 | 10060 | 1060 | 500 |
| 8 | 1 | 17 | 10070 | 1070 | 500 |
| 9 | 1 | 18 | 10080 | 1080 | 500 |
| 10 | 1 | 19 | 10090 | 1090 | 500 |
| 11 | 1 | 20 | 10110 | 1110 | 500 |
| 12 | 1 | 21 | 10120 | 1120 | 500 |
| 13 | 1 | 22 | 10130 | 1130 | 500 |
| 14 | 1 | 23 | 10140 | 1140 | 500 |
| 15 | 1 | 24 | 10150 | 1150 | 500 |
| 16 | 1 | 25 | 10160 | 1160 | 500 |
| 17 | 1 | 26 | 10170 | 1170 | 500 |
| 18 | 1 | 27 | 10180 | 1180 | 500 |
| 19 | 1 | 28 | 10190 | 1190 | 500 |
| 20 | 1 | 29 | 10200 | 1200 | 500 |
| 21 | 1 | 30 | 10210 | 1210 | 500 |
| 22 | 1 | 31 | 10220 | 1220 | 500 |
| 23 | 1 | 32 | 10230 | 1230 | 500 |
| 24 | 1 | 33 | 10240 | 1240 | 500 |
| 25 | 1 | 34 | 10250 | 1250 | 500 |
| 26 | 1 | 35 | 10260 | 1260 | 500 |
| 27 | 1 | 36 | 10270 | 1270 | 500 |
| 28 | 1 | 37 | 10280 | 1280 | 500 |
| 29 | 1 | 38 | 10290 | 1290 | 500 |
| 30 | 1 | 39 | 10300 | 1300 | 500 |

**ДОДАТОК Б**

Завдання до практичної роботи № 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта  | М, кг | Ртв, % | Р0, % |
| 1 | 1000 | 6 | 50 |
| 2 | 1010 | 7 | 55 |
| 3 | 1020 | 8 | 45 |
| 4 | 1030 | 9 | 50 |
| 5 | 1040 | 10 | 55 |
| 6 | 1050 | 6 | 45 |
| 7 | 1060 | 7 | 50 |
| 8 | 1070 | 8 | 55 |
| 9 | 1080 | 9 | 45 |
| 10 | 1090 | 10 | 50 |
| 11 | 1110 | 6 | 55 |
| 12 | 1120 | 7 | 45 |
| 13 | 1130 | 8 | 50 |
| 14 | 1140 | 9 | 55 |
| 15 | 1150 | 10 | 45 |
| 16 | 1160 | 6 | 50 |
| 17 | 1170 | 7 | 55 |
| 18 | 1180 | 8 | 45 |
| 19 | 1190 | 9 | 50 |
| 20 | 1200 | 10 | 55 |
| 21 | 1210 | 6 | 45 |
| 22 | 1220 | 7 | 50 |
| 23 | 1230 | 8 | 55 |
| 24 | 1240 | 9 | 45 |
| 25 | 1250 | 10 | 50 |
| 26 | 1260 | 6 | 55 |
| 27 | 1270 | 7 | 45 |
| 28 | 1280 | 8 | 50 |
| 29 | 1290 | 9 | 55 |
| 30 | 1300 | 10 | 45 |

**ДОДАТОК В**

Завдання до практичної роботи № 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта  | Q, тис.м3/добу | mb, м | kф,м/добу | n | l | T, діб |
| 1 | 1,175 | 40 | 28 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 2 | 1,180 | 40 | 29 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 3 | 1,185 | 40 | 30 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 4 | 1,190 | 40 | 31 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 5 | 1,195 | 40 | 32 | 0,18 | 0,002 | 200 |
| 6 | 1,200 | 40 | 33 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 7 | 1,205 | 40 | 34 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 8 | 1,210 | 40 | 35 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 9 | 1,215 | 40 | 28 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 10 | 1,220 | 40 | 29 | 0,18 | 0,002 | 200 |
| 11 | 1,225 | 40 | 30 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 12 | 1,230 | 40 | 31 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 13 | 1,235 | 40 | 32 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 14 | 1,240 | 40 | 33 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 15 | 1,245 | 40 | 34 | 0,18 | 0,002 | 200 |
| 16 | 1,175 | 40 | 35 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 17 | 1,180 | 40 | 28 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 18 | 1,185 | 40 | 29 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 19 | 1,190 | 40 | 30 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 20 | 1,195 | 40 | 31 | 0,18 | 0,002 | 200 |
| 21 | 1,200 | 40 | 32 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 22 | 1,205 | 40 | 33 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 23 | 1,210 | 40 | 34 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 24 | 1,215 | 40 | 35 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 25 | 1,220 | 40 | 28 | 0,18 | 0,002 | 200 |
| 26 | 1,225 | 40 | 29 | 0,14 | 0,002 | 200 |
| 27 | 1,230 | 40 | 30 | 0,15 | 0,002 | 200 |
| 28 | 1,235 | 40 | 31 | 0,16 | 0,002 | 200 |
| 29 | 1,240 | 40 | 32 | 0,17 | 0,002 | 200 |
| 30 | 1,245 | 40 | 33 | 0,18 | 0,002 | 200 |

**ДОДАТОК Д**

Завдання до практичної роботи № 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта  | Ly, м | n | kф2, м/добу | l | H2, м | H1, м | m, м | q, м/добу | kф1, м/добу |
| 1 | 865 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 291 | 287 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 2 | 870 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 292 | 288 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 3 | 875 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 293 | 289 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 4 | 880 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 294 | 290 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 5 | 885 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 295 | 291 | 9 | 0,00032 | 0,09 |
| 6 | 890 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 296 | 292 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 7 | 895 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 297 | 293 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 8 | 900 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 298 | 294 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 9 | 865 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 299 | 295 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 10 | 870 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 300 | 296 | 9 | 0,00032 | 0,09 |
| 11 | 875 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 291 | 287 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 12 | 880 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 292 | 288 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 13 | 885 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 293 | 289 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 14 | 890 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 294 | 290 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 15 | 895 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 295 | 291 | 9 | 0,00032 | 0,09 |
| 16 | 900 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 296 | 292 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 17 | 865 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 297 | 293 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 18 | 870 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 298 | 294 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 19 | 875 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 299 | 295 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 20 | 880 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 300 | 296 | 9 | 0,00032 | 0,09 |
| 21 | 885 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 291 | 287 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 22 | 890 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 292 | 288 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 23 | 895 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 293 | 289 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 24 | 900 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 294 | 290 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 25 | 865 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 295 | 291 | 9 | 0,00032 | 0,09 |
| 26 | 870 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 296 | 292 | 5 | 0,00032 | 0,09 |
| 27 | 875 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 297 | 293 | 6 | 0,00032 | 0,09 |
| 28 | 880 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 298 | 294 | 7 | 0,00032 | 0,09 |
| 29 | 885 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 299 | 295 | 8 | 0,00032 | 0,09 |
| 30 | 890 | 0,2 | 0,005 | 0,005 | 300 | 296 | 9 | 0,00032 | 0,09 |

**ДОДАТОК Е**

Завдання до практичної роботи № 5

**Дані хімічного моніторингу водного басейну Кальміус**

**Варіант 1 - гідроствор 2 км вище міста Донецьк**

*Таблиця Б.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 02.03.10 | 13.05.10 | 20.08.10 | 20.11.10 | 02.02.11 | 09.04.10 | 14.06.11 | 20.08.11 | 11.12.11 | 03.03.12 | 12.06.12 | 10.10.12 | 20.02.13 | 14.05.13 | 03.09.13 | 04.04.14 | 02.08.14 | 03.12.14 | 04.01.15 | 16.05.15 | 03.10.15 | 12.04.16 | 12.07.16 | 11.11.16 |
| Залізо загальне, мкг/дм3 | 2,1 | 2,1 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0 | 0 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,1 | - | 0 | 0 | 0,2 | 0,1 |
| Мідь, мкг/дм3 | 4,8 | 8 | 27 | 13 | 4,4 | 4,4 | 27 | 16 | 3,2 | 1,6 | 4,8 | 4,4 | 13 | 2 | 6,8 | 2 | 2,8 | 0 | 2,8 | - | 2,4 | 0 | 2,8 | 3,2 |
| Цинк, мкг/дм3 | 28 | 6 | 208 | 54 | 43 | 36 | 208 | 205 | 38 | 20 | 51 | 53 | 37 | 25 | 74 | 90 | 18 | 24 | 31 | - | 20 | 31 | 40 | 137 |
| Мg ,мг/дм3 | 352 | 41,4 | 39,9 | 23,1 | 56,7 | 63,2 | 59,3 | 49,6 | 37,8 | 39,8 | 39,3 | 34,9 | 57,9 | 66,8 | 58 | 53,1 | 44,7 | 40,9 | 38,7 | 38,9 | 58,9 | 60,2 | 54,6 | 51,1 |

**Дані хімічного моніторингу водного басейну Кальміус**

**Варіант 2 - гідроствор 3,5 км нижче м. Донецьк**

*Таблиця Б.2*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 02.03.10 | 13.05.10 | 20.08.10 | 20.11.10 | 02.02.11 | 09.04.10 | 14.06.11 | 20.08.11 | 11.12.11 | 03.03.12 | 12.06.12 | 10.10.12 | 20.02.13 | 14.05.13 | 03.09.13 | 04.04.14 | 02.08.14 | 03.12.14 | 04.01.15 | 16.05.15 | 03.10.15 | 12.04.16 | 12.07.16 | 11.11.16 |
| Залізо загальне, мкг/дм3 | 0,2 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,7 | 0,1 | 0,1 |
| Мідь, мкг/дм3 | 0 | 5,2 | 1,6 | 3,2 | 12 | 18 | 9,2 | 3,6 | 0 | 34 | 1,2 | 2 | 1,2 | 62 | 1,6 | 4,4 | 6 | 23 | 20 | 3,6 | 18 | 26 | 33 | 28 |
| Цинк, мкг/дм3 | 10 | 17 | 11 | 8 | 29 | 39 | 46 | 26 | 14 | 65 | 11 | 17 | 32 | 67 | 28 | 28 | 16 | 79 | 42 | 39 | 37 | 94 | 50 | 50 |
| Мg ,мг/дм3 | 29,3 | 32,5 | 48,6 | 110 | 33,4 | 83,5 | 65,2 | 63,6 | 59,6 | 54,6 | 45,6 | 40,2 | 94,7 | 87,7 | 64 | 69 | 53,6 | 51,1 | 50,6 | 48,1 | 84,3 | 60 | 79,9 | 121 |

**Дані хімічного моніторингу водного басейну Кальміус**

**Варіант 3 – гідроствор 11 км вище м. Маріуполь**

*Таблиця Б.3*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 02.03.10 | 13.05.10 | 20.08.10 | 20.11.10 | 02.02.11 | 09.04.10 | 14.06.11 | 20.08.11 | 11.12.11 | 03.03.12 | 12.06.12 | 10.10.12 | 20.02.13 | 14.05.13 | 03.09.13 | 04.04.14 | 02.08.14 | 03.12.14 | 04.01.15 | 16.05.15 | 03.10.15 | 12.04.16 | 12.07.16 | 11.11.16 |
| Залізо загальне, мкг/дм3 | 0,18 | 0,11 | 0,18 | 0,08 | 0,21 | - | 0,11 | 0,1 | 0,08 | 0,29 | 0,13 | 0,12 | 0,32 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,08 | 0,08 | 0,15 | 0,08 | - | 0,15 | 0,41 | 0,16 |
| Мідь, мкг/дм3 | 2 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2 |  | 0,4 | 0,4 | 2,4 | 0 | 0,8 | 4,8 | 0,4 | 0 | 1,6 | 4 | 1,2 | 2,8 | 2 | 0 | - | 4 | 3,2 | 0 |
| Цинк, мкг/дм3 | 11 | 11 | 20 | 31 | 31 | - | 9 | 22 | 30 | 33 | 106 | 17 | 63 | 11 | 86 | 27 | 16 | 11 | 26 | 14 | - | 38 | 12 | 15 |
| Мg ,мг/дм3 | 84 | 71,3 | 63,1 | 85 | 124 | 86,9 | 86 | 117 | 77,8 | 84,1 | 82,8 | 98,6 | 86,9 | 107 | 128 | 124 | 95,8 | 71,1 | 102 | 74,9 | 110 | 113 | 108 | 95,3 |

**Дані хімічного моніторингу водного басейну Кальміус**

**Варіант 4 – гідроствор в районі м. Маріуполь**

*Таблиця Б.4*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 02.03.10 | 13.05.10 | 20.08.10 | 20.11.10 | 02.02.11 | 09.04.10 | 14.06.11 | 20.08.11 | 11.12.11 | 03.03.12 | 12.06.12 | 10.10.12 | 20.02.13 | 14.05.13 | 03.09.13 | 04.04.14 | 02.08.14 | 03.12.14 | 04.01.15 | 16.05.15 | 03.10.15 | 12.04.16 | 12.07.16 | 11.11.16 |
| Залізо загальне, мкг/дм3 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Мідь, мкг/дм3 | 4,4 | 0,8 | 15 | 3,5 | 4,8 | 4 | 21 | 12 | 5,6 | 5,6 | 3,6 | 7,2 | 3,2 | 7,6 | 11 | 12 | 0 | 34 | 1,2 | 2 | 1,2 | 62 | 1,6 | 4,4 |
| Цинк, мкг/дм3 | 24 | 38 | 36 | 33 | 30 | 60 | 22 | 41 | 14 | 14 | 15 | 23 | 68 | 43 | 52 | 22 | 14 | 65 | 11 | 17 | 32 | 67 | 28 | 28 |
| Мg ,мг/дм3 | 84,3 | 37,2 | 44,2 | 36,9 | 117 | 73,4 | 79,9 | 58 | 43 | 50,9 | 58 | 38,3 | 67,2 | 81,2 | 76,1 | 59,3 | 59,6 | 54,6 | 45,6 | 40,2 | 94,7 | 87,7 | 64 | 69 |

**ДОДАТОК Є**

Завдання до практичної роботи № 6

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта  | Речовина  | RfC, мг/м3 | Cі, мг/м3 | Критичні органи  |
| 1 | Акролеїн | 0,00002 | 0,0000001 | Всі органи  |
| 2 | Аміак | 0,1 | 0,009 | Всі органи |
| 3 | Анілін | 0,001 | 0,0007 | Селезінка, кров |
| 4 | Ацетальдегід | 0,009 | 0,005 | Всі органи |
| 5 | Ацетон | 30 | 10 | Печінка, нирки |
| 6 | Ацетонітрил | 0,06 | 0,0008 | ЦНС |
| 7 | Ацетофенон | 0,00002 | 0,0000046 | ЦНС, органи дихання |
| 8 | Барій та сполуки | 0,005 | 0,0054 | Репродуктивна система |
| 9 | Бензол | 0,06 | 0,009 | ЦНС, кров |
| 10 | Берилій та сполуки | 0,00002 | 0,00009 | Органи дихання, імунна система |
| 11 | Бромметан | 0,005 | 0,0006 | ЦНС, органи дихання, розвиток |
| 12 | Ванадій та сполуки | 0,00007 | 0,000008 | Органи дихання |
| 13 | Вінілацетат | 0,2 | 0,006 | Органи дихання |
| 14 | Водень сульфід | 0,001 | 0,00006 | Органи дихання |
| 15 | Водень хлорид | 0,02 | 0,006 | Органи дихання |
| 16 | Гексан | 0,2 | 0,003 | ЦНС, органи дихання |
| 17 | Гідразин | 0,0002 | 0,000096 | Печінка, гормони |
| 18 | Діванадій | 0,00007 | 0,000008 | Органи дихання  |
| 19 | Діетиламін | 0,00002 | 0,000008 | Органи дихання  |
| 20 | Діоксан | 0,8 | 0,009 | Печінки, нирки, кров |
| 21 | Дихлорбензол | 0,8 | 0,005 | Печінка, нирки, розвиток |
| 22 | Дихлорметан | 0,4 | 0,04 | Печінка, ЦНС, серцево-судинна система |
| 23 | Етилен | 0,1 | 0,0006 | Кров  |
| 24 | Ізофорон | 0,012 | 0,00045 | Маса тіла |
| 25 | Марганець та сполуки | 0,00005 | 0,00006 | ЦНС |
| 26 | Метанол | 4 | 0,68 | Розвиток  |
| 27 | Перилен | 0,07 | 0,0006 | Нирки |
| 28 | Селен | 0,00008 | 0,0000068 | Органи дихання  |
| 29 | Трикрезол | 0,004 | 0,0006 | Кров |
| 30 | Фосфор | 0,00007 | 0,000008 | Репродуктивна система, волосся  |

**ДОДАТОК Ж**

Завдання до практичної роботи № 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варіанта  | Кількість, т | Час, t (години) | Роз’їзди, % |
| Марка бензину | Дизельне паливо  |
| А-95 | А-92 |
| 1 | 30 | 20 | 20 | 1 | 70 |
| 2 | 29 | 21 | 18 | 1,5 | 65 |
| 3 | 28 | 22 | 17 | 2 | 60 |
| 4 | 27 | 23 | 16 | 2,5 | 70 |
| 5 | 26 | 24 | 15 | 3 | 65 |
| 6 | 25 | 25 | 14 | 1 | 60 |
| 7 | 24 | 26 | 13 | 1,5 | 70 |
| 8 | 23 | 20 | 12 | 2 | 65 |
| 9 | 22 | 21 | 11 | 2,5 | 60 |
| 10 | 21 | 22 | 10 | 3 | 70 |
| 11 | 20 | 23 | 9 | 1 | 65 |
| 12 | 30 | 24 | 8 | 1,5 | 60 |
| 13 | 29 | 25 | 7 | 2 | 70 |
| 14 | 28 | 26 | 6 | 2,5 | 65 |
| 15 | 27 | 20 | 5 | 3 | 60 |
| 16 | 26 | 21 | 20 | 1 | 70 |
| 17 | 25 | 22 | 18 | 1,5 | 65 |
| 18 | 24 | 23 | 17 | 2 | 60 |
| 19 | 23 | 24 | 16 | 2,5 | 70 |
| 20 | 22 | 25 | 15 | 3 | 65 |
| 21 | 21 | 26 | 14 | 1 | 60 |
| 22 | 20 | 20 | 13 | 1,5 | 70 |
| 23 | 30 | 21 | 12 | 2 | 65 |
| 24 | 29 | 22 | 11 | 2,5 | 60 |
| 25 | 28 | 23 | 10 | 3 | 70 |
| 26 | 27 | 24 | 9 | 1 | 65 |
| 27 | 26 | 25 | 8 | 1,5 | 60 |
| 28 | 25 | 26 | 7 | 2 | 70 |
| 29 | 24 | 20 | 6 | 2,5 | 65 |
| 30 | 23 | 21 | 5 | 3 | 60 |

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Зелеський І.І. Екологія людини: підручник / І.І. Зелеський, М.О. Клименко. – К.: Вид.центр «Академія», 2005. – 228 с.
2. Меньшиков В.В. Методы оценки загрязнения окружающей среды: учебное пособие/В.В. Меньшиков, Т.В. Савельева. – М.: изд-во МНЭПУ, 2000. – 60 с.
3. Геоэкология // Инженерная геология. Гидроэкология. Геокриология, 2008. - № 4. – с. 332-330.
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – К., 2002.
5. Буравльов Є.П. Основи сучасної екологічної безпеки: науковий посібник / Є.П. Буравльов. – К.: вид-во ВАТ «Інститут транспорту і нафти», 2000. – 238 с.
6. Стольберг Ф.В. Экология города: учебник/ Ф.В. Стольберг. – К.: Лтбра, 2000. – 464 с.
7. Дегтерева Л.І. Методичні вказівки до практичних занять, виконання РГР та самостійної роботи студентів з дисциплін «Моніторинг довкілля, екологія та охорона біосфери», «Моніторинг довкілля та охорона навколишнього середовища» (для студентів 3 курсу денної і заочної форми навчання за напрямами підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)») / Л.І. Дегтерева, О.В. Булгакова. – Х.: ХНАМГ. – 2009. -24 с.

Навчально-методичне видання

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

Практикум для студентів

спеціальності 101 «Екологія»

Укладачі: **Волошкіна** Олена Семенівна

**Жукова** Олена Григорівна

**Сіпаков** Ростислав Васильович

Комп’ютерне верстання

Підписано до друку 2018. Формат 60х841/16

Ум. друк. арк. . Обл.-вид. арк. .

Тираж 50 прим. Вид. № 59/IІІ-08. Зам. №

КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

E-mail: red-isdat@knuba.edu.ua

Надруковано в редакційно-видавничому відділі

Київського національного університету будівництва і архітектури

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб’єктів

видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.