

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**Л. М. МАРКІНА, О. Ю. САВІНА, С. Ю. УШКАЦ,
Н. Ю. ЖОЛОБЕНКО, О. В. ВЛАСЕНКО**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
«ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ»**

Рекомендовано Методичною радою НУК



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2022

УДК 502.17(076)

М54

Автори: Л. М. Маркіна, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри техногенної та цивільної безпеки;

О. Ю. Савіна, канд. техн. наук, доцент кафедри техногенної та цивільної безпеки;

С. Ю. Ушкац, канд. фіз.-мат. наук, викладач кафедри техногенної та цивільної безпеки;

Н. Ю. Жолобенко, зав. лаб. кафедри техногенної та цивільної безпеки;

О. В. Власенко, провідний інженер НУК

Рецензент

Г. Г. Трохименко, д-р техн. наук, канд. біол. наук, професор

Рекомендовано Методичною радою НУК

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки» / Л. М. Маркіна, О. Ю. Савіна, С. Ю. Ушкац, Н. Ю. Жолобенко, О. В. Власенко. – Миколаїв : НУК, 2022. – 68 с.

Вміщено методику та порядок виконання студентами практичних робіт під час вивчення навчальної дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки».

Призначено для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальностями 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища».

УДК 502.17(076)

© Маркіна Л. М., Савіна О. Ю., Ушкац С. Ю.,
Жолобенко Н. Ю., Власенко О. В., 2022

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
БАЗОВІ ПОНЯТТЯ ТА ТЕРМІНИ	7
<i>Практична робота № 1</i>	
Теорія екологічної безпеки	11
<i>Практична робота № 2</i>	
Рівні екологічної безпеки	14
<i>Практична робота № 3</i>	
Небезпеки технічних та природних систем	17
<i>Практична робота № 4</i>	
Ідентифікація параметрів екологічної небезпечної ситуації	19
<i>Практична робота № 5</i>	
Системний аналіз екологічної безпеки	26
<i>Практична робота № 6</i>	
Державна система екологічної та техногенної безпеки	29
<i>Практична робота № 7</i>	
Кількісне оцінювання ризику небезпеки	32
<i>Практична робота № 8</i>	
Оцінка ризику загрози здоров'ю при впливі нерадіо-активних канцерогенів	36
<i>Практична робота № 9</i>	
Визначення збитків від забруднення навколишнього природного середовища	43
<i>Практична робота № 10</i>	
Розрахунок загальнооекономічних збитків від забруднення довкілля	49
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	52
ДОДАТКИ	55
Додаток 1	55
Додаток 2	60

ВСТУП

Курс «Забезпечення екологічної безпеки» входить у програму базової підготовки магістрів галузі знань 18 «Виробництво та технології» спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» та 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» з метою формування необхідного для магістрів обсягу знань про екологічну безпеку на території України.

Загальний стан екологічної безпеки у світі і, зокрема в Україні, є досить складним. Існує широке різноманіття чинників (як природного, так і антропогенного походження), які спричиняють у подальшому ускладнення її стану в просторово-часовому аспекті. Це негативно впливає на довкілля та призводить до погіршення умов життєдіяльності живих організмів і насамперед людей. Тому екологічна безпека в рамках держави розглядається як одна з основних складових національної безпеки. Наведені обставини обумовлюють нагальну потребу комплексного розв'язання проблем, пов'язаних з екологічною безпекою.

Екологічна безпека (ЕБ) на території України забезпечується здійсненням широкого комплексу взаємопов'язаних політичних, економічних, технічних, організаційних, державно-правових та інших заходів. За своїм змістом державно-правові заходи не однорідні. Їх можна розподілити на кілька видів залежно від спрямованості дій: організаційно-превентивні, регулятивно-стимулюючі, розпорядчо-виконавчі, охоронно-відновлювальні та забезпечувальні. Вони утворюють своєрідний правовий механізм, який слід розуміти як систему державно-правових засобів, спрямованих на регулювання діяльності, спроможної посилювати рівень екологічної безпеки, попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для населення і природних систем, локалізацію проявів екологічної небезпеки.

Вивчення курсу «Забезпечення екологічної безпеки» дасть змогу здобути ґрунтовні знання з теоретичних аспектів управління екологічною безпекою, набути практичних навичок, які можуть бути застосовані в практичній роботі в органах екологічного контролю та управління, в екологічних службах підприємств та організацій, при проведенні наукових досліджень.

Зміст курсу «Забезпечення екологічної безпеки» визначається основоположним тезисом – ефективно управляти екологічною безпекою можна тільки на основі всебічного науково-обґрунтованого вивчення умов формування екологічної небезпеки.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЕС – атомна електростанція

АЗС – автомобільна заправна станція

ГЕС – гідроелектростанція

ДСМД – Державна система моніторингу довкілля (система установ)

ЕБ – екологічна безпека

ЕР – екологічний ризик

НР – небезпечна речовина

НС – навколишнє середовище

НС – надзвичайна ситуація

НХР – небезпечна хімічна речовина

ОПН – об'єкт підвищеної небезпеки

ПНО – потенційно небезпечний об'єкт

ПС – природне середовище

БАЗОВІ ПОНЯТТЯ ТА ТЕРМІНИ

Екологічна безпека (ЕБ) – це такий стан та умови навколишнього природного середовища, при якому забезпечується екологічна рівновага та гарантується захист навколишнього середовища (НС): біосфери, атмосфери, гідросфери, літосфери, космосфери, видового складу тваринного й рослинного світу, природних ресурсів, збереження здоров'я і життєдіяльності людей.

Екологічний ризик (ЕР) – імовірність настання події, що має несприятливі наслідки для природного середовища (ПС) і викликаного негативним впливом господарської та іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями (НС) природного та техногенного характеру.

Оцінка екологічного ризику – це наукове дослідження, у якому факти і науковий прогноз використовуються для оцінки потенційно шкідливого впливу на навколишнє середовище різних забруднюючих речовин та інших агентів.

Забруднення навколишнього середовища – надходження в навколишнє середовище речовини і/або енергії, властивості, місце розташування або кількість яких чинять негативний вплив на навколишнє середовище.

Загроза – це природне чи техногенне явище з прогнозованими, але неконтрольованими небажаними подіями, що можуть у певний момент часу в межах даної території завдати шкоду здоров'ю людей, спричинити матеріальні збитки, руйнувати довкілля.

Екологічні фактори загроз – фактори, обумовлені причинами природного характеру (несприятливими для життя людей, тварин, рослин кліматичними умовами, фізико-хімічними характеристиками ґрунту, води, атмосфери і функціональними характеристиками екосистем; природними лихами і катастрофами тощо). Техногенні (або антропогенні) фактори загроз обумовлені господарською діяльністю людей

(надмірними викидами і скидами в навколишнє середовище відходів господарської діяльності за умови її нормального функціонування і за аварійних ситуацій; необґрунтованими відчуженнями територій під господарську діяльність; надмірним залученням до господарського обігу природних ресурсів; іншими пов'язаними з господарською діяльністю негативними процесами, актами або рішеннями).

Об'єкт підвищеної небезпеки (ОПН) – об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Небезпечна речовина (НР) – хімічна, токсична, вибухова, окислювальна, горюча речовина, біологічні агенти та речовини біологічного походження (біохімічні, мікробіологічні, біотехнологічні препарати, патогенні для людей і тварин мікроорганізми тощо), які становлять небезпеку для життя і здоров'я людей та довкілля, сукупність властивостей речовин і/або особливостей їх стану, унаслідок яких за певних обставин може створитися загроза життю і здоров'ю людей, довкіллю, матеріальним та культурним цінностям.

Надзвичайна ситуація (НС) – обстановка на певній території, що склалася в результаті аварії, небезпечного природного явища, катастрофи, стихійного або іншого нещастя, які можуть спричинити або спричинили людські жертви, збиток здоров'ю людей або навколишньому природному середовищу, значні матеріальні втрати й порушення умов життєдіяльності людей.

Порогова маса небезпечних речовин – нормативно встановлена маса окремої небезпечної речовини або категорії небезпечних речовин чи сумарна маса небезпечних речовин різних категорій.

Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки – порядок визначення об'єктів підвищеної небезпеки серед потенційно небезпечних об'єктів.

Потенційно небезпечний об'єкт (ПНО) – об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії.

Аварія на об'єкті підвищеної небезпеки – небезпечна подія техногенного характеру, що виникла внаслідок змін під час експлуатації об'єкта підвищеної небезпеки (наднормативний викид небезпечних речовин, пожежа, вибух тощо), і яка спричинила загибель людей чи створює загрозу життю і здоров'ю людей та довкіллю на його території і/або за його межами.

Ризик – ступінь імовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами.

Прийнятний ризик – ризик, який не перевищує на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за її межами гранично-допустимого рівня.

Управління ризиком – процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику.

Декларація безпеки – документ, який визначає комплекс заходів, що здійснюється суб'єктом господарської діяльності з метою запобігання аваріям, а також забезпечення готовності до локалізації, ліквідації аварій та їх наслідків.

Державна система моніторингу довкілля (ДСМД) – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання

негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Вимоги освітньо-професійної програми та робочої програми навчальної дисципліни «Забезпечення екологічної безпеки» стосовно складової практичних занять

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- **знати** нормативну базу екологічної безпеки; облік та звітність в екологічній безпеці; параметри ідентифікації джерел екологічної небезпеки; види адміністративних та економічних санкцій в екологічній безпеці; засади розробки проєктної і технологічної документації з моніторингу факторів екологічних загроз та їх якісних та кількісних характеристик;
- **уміти**, використовуючи чинні нормативи, стандарти і методики, застосовуючи математичні методи, комп'ютерну техніку, оцінювати обстановку, яка може виникнути внаслідок надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, та формувати рекомендації щодо її стабілізації; на основі обліку показників рівнів екологічної безпеки, розробляти звіти інтегрального аналізу функціонування різних систем екологічної безпеки; використовуючи професійні знання, здобуті для організаційної виробничої функції, формувати основні принципи політики екологічної безпеки в громадській, господарській та адміністративній діяльності; здійснювати заходи щодо координації роботи підприємств в умовах загроз надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру і під час їх виникнення; формувати заходи щодо Державного нагляду у сфері екологічної безпеки.

Практична робота № 1
ТЕОРІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Мета роботи: проаналізувати сучасні завдання екологічної безпеки різних країн світу.

Теоретичні відомості

Екологічні проблеми США. Проблема чистого повітря, а точніше його відсутність, проблема твердих побутових відходів (досі у великих агломераціях вивезення ТПВ складний процес із-за далекого розташування звалищ від агломерацій). Виходячи з цього роздільний збір сміття і пункти прийому вторинної сировини дуже необхідні, оскільки близько 30 % сміття використовується як вторинна сировина і переробляється без вивезення з агломерації.

Забруднення повітря призводить до утворення кислотного дощу, випадання якого зачіпає не тільки США, але і Канаду. Сполучені Штати є найбільшим окремо взятим джерелом вуглекислого газу, виробленого в ході спалювання викопного палива; забруднення води стоками пестицидів і мінеральних добрив; обмежені природні запаси прісної води, характерні для більшої частини заходу країни, вимагають економного витрачання; опустелювання.

Екологічні проблеми Китаю. Найбільш актуальні проблеми: отруєння і забруднення повітря викидами; дефіцит води та її забруднення; висихання боліт і заболочених ділянок землі; руйнування ґрунтів річковими стоками; засмічення територій; катастрофи і стихійні лиха в результаті діяльності людини.

На сьогодні у зв'язку з бурхливим розвитком промисловості, зростанням населення та іншими факторами, Китай зіткнувся з безліччю екологічних проблем.

Екологічні проблеми Великобританії. За останні десятиліття стан навколишнього середовища у Великобританії значно погіршився як у міській, так і в сільській місцевості.

Забруднення моря і берегових зон в основному відбувається компаніями, які скидають відходи своєї діяльності прямо в море, а також із-за роботи нафтових і газових платформ у Північному морі. Досі обсяг викидів і рівень забрудненості моря перевищують максимальні показники, установлені Євросоюзом. Річки страждають не менше за інших – у них систематично скидають промислові відходи, туди прямо з ґрунту потрапляють токсичні сільськогосподарські добрива і пестициди. Це зі свого боку змусило задуматися населення про якість питної води, а уряд – контролювати якість води, що постачається компаніями, які надають комунальні послуги.

Екологічні проблеми України. Зменшення запасів корисних копалин, вичерпання ресурсів, зниження їх якості й розмаїття, небезпека порушення середовища внаслідок видобутку корисних копалин тощо); зміна структури земельних ресурсів унаслідок вилучення земель під господарські потреби й забудови, а також через розвиток негативних процесів у ландшафтах (ерозії, абразії, карсту, суфозії та просідання ґрунтів, підтоплення і заболочення тощо); зниження родючості ґрунтів унаслідок вимивання гумусу, засолення, підтоплення тощо; забруднення важкими металами, пестицидами та іншими речовинами; зменшення запасів і забруднення поверхневих та підземних вод унаслідок посиленого водозабору, внесення забруднюючих речовин у водні об'єкти в процесі виробництва й ведення комунального господарства; забруднення повітря та зміна його складу внаслідок промислових та інших викидів у атмосферу.

Екологічні проблеми Японії. До головним поточних проблем екологічної політики в Японії на сучасному етапі насамперед відносять глобальні проблеми: потепління клімату та виснаження озонового шару, збереження біорізноманіття природного середовища. Для їх розв'язання важливо все те, що має першорядне значення для створення сприятливого екологічного середовища в країні: захист атмосфери, води та ґрунту від

забруднення, запобігання ризику потрапляння хімічних речовин в ОС, управління відходами та створення стійкого матеріального циклу, а також участь у міжнародному співробітництві.

Практичне завдання

Заповнити таблицю № 1.

Таблиця № 1. Завдання екологічної безпеки в різних країнах світу

Країна	Задачі
США	
Китай	
Японія	
Великобританія	
Україна	

Висновки

Практична робота № 2 **РІВНІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

Мета роботи: навчитися оперувати проблемами екологічної безпеки на різних рівнях.

Теоретичні відомості

Глобальний рівень. Важливу роль в екологізації проблематики глобальної безпеки відіграла Стокгольмська конференція ООН (1972 р.) з охорони навколишнього середовища. Найважливішим результатом Конференції була пропозиція про визнання як основного правового принципу права людини на сприятливе навколишнє середовище. Складено 26 принципів збереження навколишнього середовища. Стокгольмська конференція дала поштовх розвитку вивчення навколишнього середовища на національному і міжнародному рівнях, сприяла формуванню правових норм і законодавчих ініціатив, сприяла процесу пошуку ресурсозберігаючих технологій.

Міждержавний рівень. Так, із міждержавних екологічних проблем можна виділити – більше половини емісій забруднюючих речовин, особливо SO_2 , переноситься вітром в інші країни. Концентрація транскордонних екологічних проблем існує в прикордонних районах між Німеччиною, Польщею і Чехією. Транскордонні забруднені зони виникли також уздовж кордонів Чехії, Угорщини, Австрії, між Угорщиною і Сербією. Сильно забруднені води транзитних рік Дунаю, Прута, Західного Бугу. Так, тільки з території Польщі, за даними Міжнародного метеорологічного центру в Осло, на Україну потрапляє щорічно 691 тис. тонн SO_2 , а у зворотному напрямі ми «поставляємо» Польщі тільки 215 тис. тонн SO_2 . За такий «несправедливий» баланс потрібно сплачувати велику грошову компенсацію.

Регіональний рівень. У багатьох країнах світу щодо розв'язання проблем державного регулювання забезпечення екологічної безпеки на регіональному рівні накопичений значний

досвід, а саме: створені ефективні організаційні структури і дієвий механізм правового регулювання забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів. Досвід розвинутих країн свідчить про те, що витрати на наукові дослідження дають змогу одержати значну економію коштів при здійсненні природоохоронних заходів та істотно зменшити збитки від забруднення та виснаження компонентів довкілля.

Регіональний рівень у державній системі (на прикладі Миколаївської області). У Миколаївській області виконувались заходи, спрямовані на зменшення викидів в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення. Згідно зі статистичною формою 2-ТП (повітря) протягом 2015 року підприємства області відзвітували про здійснення 15 заходів з охорони атмосферного повітря та попередження зміни клімату (18 – у попередньому році). На їх упровадження фактично витрачено з початку виконання заходів 5340,2 тис. грн, що сприяло зменшенню викидів небезпечних речовин в атмосферне повітря на 28,96 т. Найбільше коштів витрачено на підвищення ефективності існуючих очисних установок – 5129,6 тис. грн (96,1 % загального обсягу витрат), удосконалення технологічних процесів (включаючи перехід на інші види палива) – 93,9 тис. грн (1,8 % загального обсягу витрат); будівництво і введення в дію нових газоочисних установок і споруд – 38,5 тис. грн (0,7 %); інші повітроохоронні заходи – 78,2 тис. грн (1,5 %).

Локальний рівень (на прикладі ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»). Найбільшу кількість відходів IV класу області утворює ТОВ «Миколаївський глиноземний завод». 2014 року підприємством утворено 1603,02 тис. т червоного шламу, з яких реалізовано споживачам 182,122 тис. т. За станом на 01.01.2015 на шламосховищах накопичено 36,817 млн т червоного шламу, або 78,5 % від усіх накопичених відходів IV класу. Підприємством розроблено Програму комплексних заходів з пилопригнічення при експлуатації шламосховища

№ 1 та № 2 ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», яку погоджено з відповідними контролюючими обласними організаціями. Програмою передбачено низку заходів загальною вартістю 32,5 млн грн, які мінімізують пилоутворення.

Практичне завдання

Заповнити таблицю № 2.

Таблиця № 2. Екологічні проблеми на різних рівнях екологічної безпеки

Рівень ЕБ	Об'єкт	Що досягнуто	Наслідки
Глобальний	Стокгольмська конференція ООН 1972 р.	1) визнано права людини на свободу, рівність та адекватні умови життя в навколишньому середовищі; 2) 26 принципів збереження навколишнього середовища	
Міждержавний	Україна та Польща	Транскордонне перенесення емісії забруднюючих речовин, особливо SO ₂	
Регіональний	США	Створені ефективні організаційні структури і дієвий механізм правового регулювання забезпечення екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів	
Регіональний у державній системі	Україна, Миколаївська область	15 заходів з охорони атмосферного повітря та попередження зміни клімату у 2015 р. (18 – у попередньому році)	
Локальний	ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»	Підприємством розроблено Програму комплексних заходів з пилопригнічення при експлуатації шламосховища № 1 та № 2 ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»	

Висновки

НЕБЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНИХ ТА ПРИРОДНИХ СИСТЕМ

Мета роботи: визначити можливі аварії, катастрофи, стихійні лиха та їх наслідки на прикладі Миколаївської області.

Теоретичні відомості

Аналіз реальних аварійних ситуацій, подій та факторів і людська практика вже сьогодні дозволяє сформулювати низку аксіом про потенційні небезпеки технічних систем.

Аксіома 1. Будь-яка технічна система потенційно небезпечна. Потенційність небезпеки полягає в прихованому, неявному характері і прояву за певних умов.

Аксіома 2. Техногенні небезпеки існують, якщо щоденні потоки речовини, енергії та інформації в техносфері перевищують порогові значення. І, навпаки, дотримання гранично-допустимих значень потоків створює безпечні умови життєдіяльності людини в життєвому просторі і виключає негативний вплив техносфери на природне середовище.

Аксіома 3. Джерелами техногенних небезпек є елементи техносфери. Небезпеки виникають за наявності дефектів та інших несправностей у технічних системах, при неправильному використанні технічних систем.

Аксіома 4. Техногенні небезпеки діють у просторі і часі. Травмонебезпечні впливи діють, як правило, короткочасно і раптово в обмеженому просторі. Вони виникають під час аварій і катастроф, при вибухах та раптових руйнуваннях будівель та споруд.

Аксіома 5. Людина та оточуюча його техносфера, знаходяться в матеріальному, енергетичному й інформаційному обміні, утворюють постійно діючу систему «людина–техносфера». Одночасно існує і система «техносфера–природне середовище».

Практичне завдання

Заповнити таблицю № 3.

Таблиця № 3. Можливі аварії, катастрофи, стихійні лиха та їх наслідки на прикладі Миколаївської області

Назва	Наслідки
Аварія на Южно-Українській АЕС	
Аварія на Олександрівській ГЕС	
Землетрус на території м. Миколаєва	
Аварія на підприємствах, що використовують отруйні речовини: ДП «Укрхімтрансміак» Миколаївський морський торговельний порт ТОВ «Миколаївський глиноземний завод»	
Стихійне лихо: сильні морози пилові бурі сильні зливи	
Пожежа	

Висновки

Практична робота № 4
**ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ
НЕБЕЗПЕЧНОЇ СИТУАЦІЇ**

Мета роботи: прищепити навички студентам щодо порядку ідентифікації ОПН та розрахунку страхової суми за завдану шкоду внаслідок експлуатації небезпечного об'єкта.

Приклад розрахунків ідентифікації ОПН:

Автозаправна станція (АЗС) розташована поблизу житлового масиву має:

– резервуар об'ємом (V_1) 30 м³, заповнений дизельним паливом;

– резервуар об'ємом (V_2) 25 м³, заповнений бензином.

Наповнюваність резервуарів складає 90 % ($K = 0,9$). Відстань між резервуарами (r) 20 м. Відстань між АЗС та найближчою будівлею житлового масиву (R_x) 70 м.

Необхідно визначити, чи належить АЗС до ОПН. І якщо так, то визначити розмір страхової суми обов'язкового страхування цивільної відповідальності за шкоду, яка може бути заподіяна аваріями на ОПН.

1. За видами аварій, що можуть статися, виходячи з властивостей НР, та за впливом уражаючих факторів – визначають групу до якої входять НР: дизельне паливо – горюча рідина – відноситься до групи 2 (пожежа), бензин – горюча рідина – група 2 (пожежа). Обидві речовини за властивостями відносяться до групи 2 (пожежа) горючі рідини (дод. 1, табл. Д.1.1).

2. За табл. Д.1.3, дод. 1 встановлюють категорію та норматив порогової маси НР:

горючі рідини: дизельне паливо – категорія 2; бензин – категорія 2.

Норматив порогової маси небезпечних речовин за категоріями (Q):

Q_1 – для дизельного пального: ОПН першого класу $Q_1 = 50000$ т; для ОПН другого класу $Q_1 = 5000$ т.

Q_2 – для бензину: ОПН першого класу $Q_2 = 50000$ т; для ОПН другого класу $Q_2 = 5000$ т.

Індивідуальних порогових мас НР для дизельного пального і бензину – не встановлено (дод. 1, табл. Д.1.2).

3. Масу небезпечних речовин (q) визначають за формулою

$$q = V \cdot \rho \cdot K,$$

де ρ – густина НР (дод. 1, табл. Д.1.4).

Для дизельного пального $q_1 = V_1 \cdot \rho \cdot K = 30 \cdot 0,86 \cdot 0,9 = 23,22$ т;

для бензину $q_2 = V_2 \cdot \rho \cdot K = 25 \cdot 0,78 \cdot 0,9 = 17,55$ т;

сумарна маса НР: $q = q_1 + q_2 = 23,22 + 17,55 = 40,77$ т.

4. Порогову масу небезпечних речовин однієї групи визначають за формулою

$$Q_{pgr} = \frac{\sum q_i}{\sum \left(\frac{q_i}{Q_i} \right)},$$

оскільки дизельне пальне і бензин належать до однієї категорії і не мають індивідуальних порогових мас, то

$$Q_1 = Q_2 = Q; \quad Q_{pgr} = \frac{(q_1 + q_2)Q}{q_1 + q_2} = Q,$$

таким чином, порогова маса (Q_{pgr}) дизельного пального і бензину, що знаходяться на АЗС становить для: ОПН 1 класу – $Q_{pgr} = 50000$ т; ОПН 2 класу – $Q_{pgr} = 5000$ т.

5. Розрахунок найбільшого та найменшого значення порогової маси НР однієї групи у відповідності до нормативів порогових мас здійснюється за умови:

$$\sum \left(\frac{q_i}{Q_i} \right) \geq 1.$$

За попередніми розрахунками відповідно до дизельного пального і бензину, визначають для ОПН 1 класу:

$$\frac{q_1 + q_2}{Q} = \frac{23,22 + 17,55}{50000} = 0,0008154 \leq 1.$$

За нормативами порогових мас АЗС не відноситься до ОПН 1 класу.

Перевіряється належність ОПН 2 класу:

$$\frac{q_1 + q_2}{Q} = \frac{23,22 + 17,55}{5000} = 0,008154 \leq 1.$$

За нормативами порогових мас АЗС не відноситься до ОПН 2 класу.

6. Здійснюється розрахунок нормативу порогової маси НР для ПНО, розташованих від місць великого скупчення людей, транспортних магістралей, промислових, природоохоронних і життєво важливих цивільних об'єктів на відстані менш ніж 500 метрів для НР групи 2 за формулою

$$Q_{ik} = Q_{gr} \left(\frac{R_x}{R_n} \right)^2;$$

– для ОПН I класу

$$Q_{ik} = Q_{gr} \left(\frac{R_x}{R_n} \right)^2 = 50000 \cdot \left(\frac{70}{500} \right)^2 = 980 \text{ т};$$

– для ОПН II класу

$$Q_{ik} = Q_{gr} \left(\frac{R_x}{R_n} \right)^2 = 5000 \cdot \left(\frac{70}{500} \right)^2 = 98 \text{ т}.$$

Висновок: АЗС не належить до об'єктів підвищеної небезпеки ні за масою небезпечних речовин, оскільки $40,77 \text{ т} < 5000 \text{ т} < 50000 \text{ т}$, ні за відстанню $40,77 \text{ т} < 98 \text{ т} < 980 \text{ т}$.

Отже, для даної АЗС розробка декларації безпеки не потрібна.

7. Визначають страхову суму для категорії небезпеки АЗС, відповідно до Порядку і правил обов'язкового страхування

цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна пожежами та аваріями на ОПН (дод. 1, табл. Д.1.5, Д.1.6).

За табл. Д.1.5, дод. 1 та попередніми висновками визначають, що:

– АЗС не належить до ОПН 1 та 2 класу, тобто не відносяться до 1 та 2 категорії небезпеки;

– перевіряється на належність АЗС до 3 категорії небезпеки:

$$0,02Q_{ik} < q; \quad 0,02 \cdot 980 = 19,6 \text{ т} < 40,77 \text{ т}.$$

АЗС відноситься до 3 категорії небезпеки.

За табл. Д.1.6, дод. 1 визначають, що страхова сума складає 45 000 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян:

$$45000 \cdot 17,5 = 787500 \text{ грн}.$$

Висновок: відповідно до Порядку і правил обов'язкового страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна пожежами та аваріями на ОПН, АЗС відноситься до 3 категорії небезпеки. Тому власник повинен сплатити страхову суму за можливу шкоду в розмірі 787 500 грн.

Практичне завдання

Виконати розрахунок ідентифікації ОПН.

Таблиця 4. Вихідні дані для виконання роботи

1	Об'єм резервуарів, м ³	V_1	
		V_2	
2	Заповнюваність		
3	Відстань між резервуарами, r , м		
4	Відстань до «об'єкта потенційної небезпеки» R_v , м		
5	Речовини	I резервуар	
		II резервуар	
6	Властивості речовин		

Таблиця 5. Дані для розрахунку

№ варіанта	Об'єм резервуарів, м ³		Заповнюваність	Відстань між резервуарами r, м	Відстань до «об'єкта небезпеки» R _x , м	Речовини		Властивості
	V ₁	V ₂				I резервуар	II резервуар	
1	30	45	89	15	75	Бензин	Дизельне пальне	Горючі рідини
2	55	60	90	60	60	Хлор	Аміак	Токсичні
3	55	70	20	100	300	Фосфор	Аміак	Токсичні
4	40	30	85	22	100	Дизельне пальне	Бензин	Горючі рідини
5	75	65	80	17	110	Бензин	Бензин	Горючі рідини
6	50	45	50	24	120	Фтор	Сірководень	Токсичні
7	80	50	70	40	70	Сірководень	Аміак	Токсичні
8	65	40	55	35	80	Аміак	Аміак	Токсичні
9	70	35	40	85	150	Хлор	Хлор	Токсичні
10	90	85	35	54	100	Дизельне пальне	Дизельне пальне	Горючі рідини

1. Визначити групу до якої входять НР (дод. 1, табл. Д.1.1).
2. Визначити категорію та норматив порогової маси НР (дод.1, табл. Д.1.3).

Норматив порогової маси небезпечних речовин за категоріями (Q):

ОПН першого класу $Q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ т; для ОПН другого класу $Q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ т.

ОПН першого класу $Q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ т; для ОПН другого класу $Q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ т.

3. Визначити масу небезпечних речовин (q), т:

$$q = V \cdot \rho \cdot K =$$

Сумарна маса НР, т,

$$q = q_1 + q_2 =$$

4. Визначити порогову масу небезпечних речовин однієї групи:

$$Q_{pgr} = \frac{\sum q_i}{\sum \left(\frac{q_i}{Q_i} \right)} =$$

5. Розрахунок найбільшого та найменшого значення порогової маси НР однієї групи у відповідності до нормативів порогових мас здійснюється за умови:

$$\sum \left(\frac{q_i}{Q_i} \right) \geq 1.$$

Визначити для ОПН 1 класу:

$$\frac{q_1 + q_2}{Q} =$$

Перевіряється належність ОПН 2 класу:

$$\frac{q_1 + q_2}{Q} =$$

6. Визначити норматив порогової маси НР для ПНО, розташованих від місць великого скупчення людей, транспортних магістралей, промислових, природоохоронних і життєво важливих цивільних об'єктів на відстані менш ніж 500 метрів, т:

— для ОПН I класу

$$Q_{ik} = Q_{pgr} \left(\frac{R_x}{R_n} \right)^2 =$$

— для ОПН II класу

$$Q_{ik} = Q_{pgp} \left(\frac{R_x}{R_n} \right)^2 =$$

7. Визначити страхову суму для категорії небезпеки АЗС, відповідно до Порядку і правил обов'язкового страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна пожежами та аваріями на ОПН (дод. 1, табл. Д.1.5, Д.1.6).

Якщо об'єкт не належить до ОПН 1 та 2 класу, тобто не відносяться до 1 та 2 категорії небезпеки, перевіряється належність до 3 категорії небезпеки, т,

$$0,02Q_{ik} < q.$$

За дод. 1, табл. Д.1.6 визначити страхову суму: _____ грн.

Висновок _____

Практична робота № 5
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Мета роботи: навчитися користуватися екосистемним аналізом.

Теоретичні відомості

Практичне значення системного аналізу полягає в тому, що він є методологією і практикою цілеспрямованого перетворення як самої людини, так і навколишнього світу.

Таким чином, головним методологічним принципом вивчення всіх біосистем повинен стати екосистемний підхід, оскільки:

- він найбільш адекватно відображає суть організації, розвитку та поточного стану біосистем;

- тільки так ми можемо вивчити кібернетичну природу механізмів гомеостазу екосистем та їх збоїв в умовах надмірних антропогенних навантажень;

- необхідне взаємозв'язане, сумісне вивчення екосистем на всіх (основних) рівнях організації живого, виходячи із принципів ємерджентності, функціональної інтеграції та ієрархічної організації біосфери та систем її гомеостазу.

Отримана інформація сприятиме виявленню:

- «слабких ланок» в екосистемах;
- механізмів та форм реакції екосистем на збудження;
- причинно-наслідкових зв'язків;
- переліків специфічних екологічних проблем, диференційованих за:

- а) причиною;
- б) локалізацією;
- в) поєднанням з іншими негативними чинниками;
- г) значущістю загроз (масштабом, інтенсивністю прояву, небезпекою тощо);
- найбільш адекватних напрямків розв'язання проблем.

Під час екологічного дослідження антропогенних навантажень повинні розв'язувати три проблеми, пов'язані: 1) з об'єктом; 2) з явищем; 3) із рівнем навантаження, або рівнем трансформації (табл. 6).

Таблиця 6. Співвідношення реакції екосистеми з рівнями антропогенного впливу

Діапазон стану екосистеми в процесі деградації	Дози впливу	Поріг	Антропогенне навантаження	Загроза
<i>Нормальні флуктуації</i> Діагностичні ознаки мінімально відхиляються від середніх значень	Фонові	Чутливості	Нульова	С
<i>Екстремальні флуктуації</i> Діагностичні ознаки відхиляються до меж амплітуди флуктуацій	Низькі		Допустима	В
<i>Хронічні зміни</i> Істотно змінюються другорядні ознаки стабільності	Помірні		Гранично-допустима	А
Істотно змінюються головних	Токсичні	Токсичності	Недопустима	А
<i>Гострі зворотні зміни</i> Істотно змінюються головні ознаки при збереженні залишкових	Сублетальні	Стійкості	Катастрофічна	А
<i>Гострі незворотні зміни</i> Майже повна втрата діагностичних ознак вихідної екосистеми	Летальні			А
<i>Повна деградація</i> Екосистема відсутня		Вживання		

Практичне завдання

Заповнити таблицю № 7.

Таблиця № 7. Причини та масштаби наслідків пірологічного впливу на природні екосистеми в залежності від характеристик трьох систем

№	Система, що зазнає пірологічного впливу	Система, що впливає на розвиток явища	Система, що контролює небезпеку явища (соціоекосистема)
1	Тип екосистеми, що зазнає пірологічного впливу: а) б) в)	а) б) в)	а) б) в) г) д)
2	Характеристика екосистеми: а) б)		

Висновки _____

Практична робота № 6
**ДЕРЖАВНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ
ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

Мета роботи: проаналізувати Державну систему екологічної та техногенної безпеки.

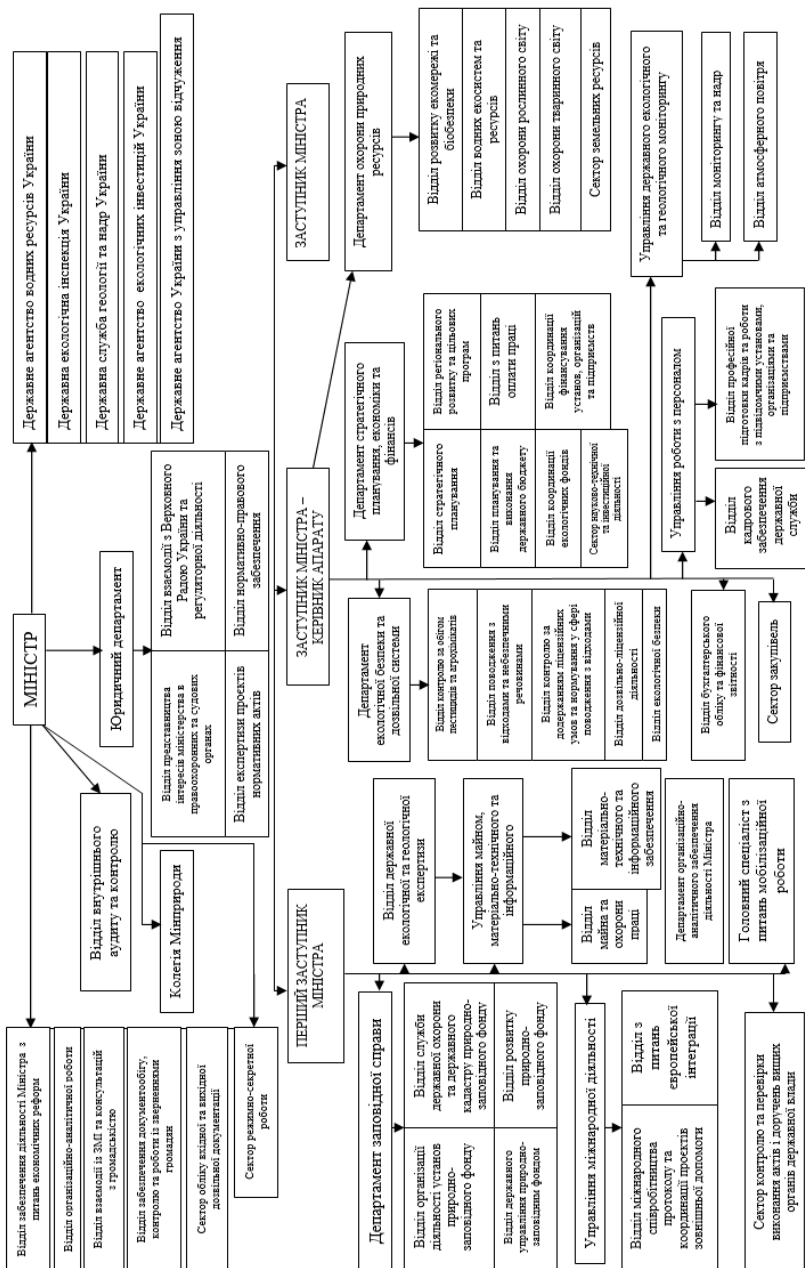
Теоретичні відомості

Міністерство екології та природних ресурсів України. Є головним органом у системі центральних органів виконавчої влади у формуванні й забезпеченні реалізації державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, екологічної та в межах своєї компетенції біологічної, генетичної та радіаційної безпеки, поводження з відходами, пестицидами й агрохімікатами, раціонального використання, відтворення й охорони природних ресурсів (надр, поверхневих та підземних вод, внутрішніх морських вод і територіального моря, атмосферного повітря, лісів, тваринного (у тому числі водних живих ресурсів, мисливських та немисливських видів тварин) і рослинного світу та природних ресурсів територіальних вод, континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони України (природні ресурси), відтворення та охорони земель, збереження, відтворення і невиснажливого використання біота ландшафтного різноманіття, формування, збереження і використання екологічної мережі, організації, охорони та використання природно-заповідного фонду, збереження озонового шару, регулювання негативного антропогенного впливу на зміну клімату та адаптації до його змін і виконання в межах компетенції вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Кіотського протоколу до неї, розвитку водного господарства і меліорації земель, геологічного вивчення та раціонального використання надр, а також у сфері здійснення державного нагляду (контролю) за додержанням вимог законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання, відтворення та охорону природних ресурсів.

Практичне завдання

Проаналізувати рис. 1 та зробити відповідні висновки.

Висновки



КІЛЬКІСНЕ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ НЕБЕЗПЕКИ

Мета роботи: визначити відносну частку кожного джерела небезпеки (у процентному співвідношенні), що формує для людини загальний індивідуальний ризик.

Теоретичні відомості

Потреба в ідентифікації та відокремленні суттєвих чинників ризику, підвищенні ефективності процесу управління, існування можливості вибору конкретного господарського рішення із сукупності альтернативних варіантів зумовлює необхідність кількісного аналізу ризику.

Метою кількісного аналізу є отримання числового вираження окремих ризиків із визначенням характеристики ймовірності і можливих втрат. Кількісне значення рівня ризику часто визначають як деяку функцію від добутку показників наслідків ризикової ситуації та ймовірності її виникнення. Для цього формується набір сценаріїв і можуть бути побудовані для окремих видів ризику функції розподілу ймовірності настання втрат залежно від їх розмірів.

Кількісні методи передбачають оцінку ризику в абсолютному і відносному вираженні. В абсолютному вираженні ризик вимірюють частотою чи розмірами можливих збитків у грошовому еквіваленті.

Ризик смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму визначається за формулою

$$R_1^* = K_{\text{пр.х}} \cdot R_1,$$

де R_1 – ризик для людини певної вікової групи (дод. 2, табл. Д.2.2); $K_{\text{пр.х}}$ – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі при хворобах (дод. 2, табл. Д.2.3).

Ризик загибелі протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві визначається за формулою

$$R_2^* = T_p \cdot R_2,$$

де R_2 – ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (дод. 2, табл. Д.2.4); T_p – кількість робочих годин протягом року – 2024 години при 40-годинному робочому тижні, та 1 820 при 36-годинному.

Якщо досліджується ризик для особи протилежної статі (жінки), то враховується коефіцієнт співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від їх віку (дод. 2, табл. Д.2.5) і формула набуває наступного вигляду:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 \frac{K_{\text{жін}}}{K_{\text{чол}}},$$

Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку в побуті визначається за формулою

$$R_3^* = K_{\text{пр.н.в}} \cdot R_3,$$

де R_3 – ризик для людини певної вікової групи (дод. 2, табл. Д.2.1); $K_{\text{пр.н.в}}$ – коефіцієнт поправки для урахування місця проживання людини та її статі при нещасних випадках (дод. 2, табл. Д.2.3).

Ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року, зумовлений індивідуальним способом життя визначається за формулою

$$R_4^* = K_{\text{пр.х}} \cdot R_4',$$

де R_4' – ризик смерті людини внаслідок згубних звичок (дод. 2, табл. Д.2.6);

$$R_4^{**} = K_{\text{пр.н.в}} \cdot R_4'' \cdot T,$$

де R_4'' – ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі за 1-ну годину) (дод. 2, табл. Д.2.4); T – час, який людина витрачає на заняття, пов'язані із додатковими факторами ризику.

Сумарний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року визначається за формулою

$$R = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**}.$$

Практичне завдання

Розрахуйте ризик наразитися на смертельну небезпеку для іншої людини, коли відомо:

1. Вік людини.
2. Стать людини.
3. Місце проживання.
4. Вид професійної діяльності.
5. Спосіб життя (основні причини додаткового ризику).

Таблиця 8. Вихідні дані

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вік, років	19	22	29	34	38	45	45	51	55	63
Стать	Чол.	Чол.	Жін.	Жін.	Чол.	Чол.	Чол.	Чол.	Жін.	Чол.
Місцевість	Село	Місто	Село	Село	Місто	Місто	Село	Місто	Село	Місто
Види професійної діяльності	Фермер	Шахтар	Вчителька	Доярка	Будівельник	Льотчик ЦА	Ремісник-гончар	Оператор АЕС	Продавець	Водій
Заняття, пов'язані із додатковими факторами ризику	Паління	Надмірне споживання алкоголю	Поїздки на велосипеді, 600 год на рік	Поїздки на власному авто, 150 год на рік	Мисливство, 200 год на рік	Кіннотник, 250 год на рік	Спелолог, 150 год на рік	Академічна гребля, 600 год на рік	Паління	Лижні прогулянки, 150 год на рік

1. Визначити ризик смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань:

$$R_1^* = K_{\text{пр.х}} \cdot R_1 =$$

2. Визначити ризик загибелі протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві:

$$R_2^* = T_p \cdot R_2 =$$

3. Визначити ризик загибелі протягом року внаслідок можливого нещасного випадку в побуті:

$$R_3^* = K_{\text{пр.н.в}} \cdot R_3 =$$

4. Визначити ризик протягом року, зумовлений індивідуальним способом життя людини:

$$R_4^* = K_{\text{пр.х}} \cdot R_4' =$$

$$R_4^{**} = K_{\text{пр.н.в}} \cdot R_4'' \cdot T =$$

5. Визначити сумарний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року:

$$R = R_1^* + R_2^* + R_3^* + R_4^* + R_4^{**} =$$

6. Оцінити відносну частку кожного з ризиків наразитися на смертельну небезпеку протягом року у вигляді діаграми, за даними якої робляться висновки.

7. Провести якісний аналіз абсолютних величин складових загального ризику за дод. 2, табл. Д.2.8.

Висновки

Практична робота № 8
ОЦІНКА РИЗИКУ ЗАГРОЗИ ЗДОРОВ'Ю
ПРИ ВПЛИВІ НЕРАДІОАКТИВНИХ КАНЦЕРОГЕНІВ

Мета роботи: навчитися розраховувати значення індивідуального і колективного канцерогенного ризиків.

До канцерогенів відносять речовини, вплив яких збільшує частоту виникнення пухлин (доброякісних і/або злоякісних) у популяціях людини та/або тварин та/або скорочує час розвитку цих пухлин. При оцінці ризику загрози здоров'ю, обумовленого впливом канцерогенних речовин, використовують два важливих положення. По-перше, прийнято вважати, що у канцерогенів немає порогової дози, їх дія починається вже при малих кількостях, що потрапили в організм людини. По-друге, вважається, що ймовірність розвитку онкозахворювань (канцерогенний ризик) прямо пропорційна кількості (дози) канцерогену, введенного в організм. Сукупність цих двох положень називають *безпороговою лінійною моделлю*. Лінійний характер залежності між канцерогенним ризиком і дозою канцерогенної речовини виражається простою формулою

$$r = F_r \cdot D,$$

де r – індивідуальний канцерогенний ризик; під ним слід розуміти додатковий ризик (додатково до вже існуючої ймовірності захворіти на рак) онкологічного захворювання, що викликається надходженням даного канцерогену; D – доза канцерогену, що потрапила в організм людини; F_r – коефіцієнт пропорційності між ризиком і дозою, називають фактором ризику, $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{добу})]^{-1}$.

Часто індивідуальний канцерогенний ризик обчислюють за формулою

$$r = m \cdot F_r,$$

де m – середньодобове надходження канцерогену з повітрям, водою або з їжею, віднесена до 1 кг маси тіла людини, $\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{добу})$. Зручність розрахунку ризику r за цією формулою полягає в тому, що в результаті множення величин m і F_r виходить нескінченна величина.

Таблиця 9. Значення F_r для деяких канцерогенів

Канцерогени	F_r , (мг/кг·добу) ⁻¹
Дихлорметан	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Трихлоретилен	$7 \cdot 10^{-3}$
Формальдегід	$2,1 \cdot 10^{-2}$
Свинець та його з'єднання	$4,2 \cdot 10^{-2}$
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$
Вінілхлорид	$7,2 \cdot 10^{-2}$
Тетрахлоретилен	0,15
Дихлоретан	0,27
Хлорбензол	0,27
ДДТ	0,34
Нікель (пил у повітрі)	0,91
Поліхлоровані біфеніли	2,0
Вихлопні гази дизельних двигунів	2,1
Кадмій та його з'єднання	6,3
Бенз(а)пірен	7,3
Берилій, метал і оксид	8,4
Миш'як	12
Хром (VI)	42
Берилій, сульфат	$3 \cdot 10^3$
Діоксини (суміш)	$4,6 \cdot 10^3$

Таблиця 10. Значення факторів ризику F_r (у порядку його зростання) при надходженні в організм людини ряду канцерогенів з водою та їжею

Канцерогени	F_r , [мг/(кг·добу)] ⁻¹	Канцерогени	F_r , [мг/(кг·добу)] ⁻¹
Свинець та його з'єднання	$8,5 \cdot 10^{-3}$	Тетрахлоретилен	0,54
Хлороформ	$3,1 \cdot 10^{-2}$	Миш'як	1,75
Бензол	$5,5 \cdot 10^{-2}$	Вінілхлорид	1,9
Пентахлорфенол	0,12	Берилій, оксид	7,0
Хлорбензол	0,27	Поліхлоровані біфеніли	5,0
ДДТ	0,3	Бенз(а)пірен	12
Кадмій та його з'єднання	0,38	Берилій (сульфат)	$3 \cdot 10^3$
Трихлоретилен	0,4	Діоксини (суміш)	$1,6 \cdot 10^5$

Ці таблиці показують, що величина фактору ризику варіює в дуже широких межах.

Нижче розглядається методика розв'язання завдань, рекомендована Агентством із захисту навколишнього середовища США.

При вирішенні завдань, у яких розглядається надходження канцерогену з повітрям, його середньодобове надходження т, віднесена до 1 кг маси тіла людини, розраховується за формулою

$$m = \frac{C \cdot V \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T},$$

де C – концентрація канцерогену в повітрі (мг/м³); V – об'єм повітря, що надходить у легені протягом доби (м³/добу (вважається, що доросла людина вдихає 20 м³ повітря щодоби); f – кількість днів у році, протягом яких відбувається вплив канцерогену; T_p – кількість років, протягом яких відбувається вплив канцерогену; P – середня маса тіла дорослої людини, приймають 70 кг; T – середній час можливого впливу канцерогену, у якості якого береться середня тривалість життя людини, вважається, що дорівнює 70 років.

Якщо вирішуються завдання, пов'язані із споживанням питної води, то середньодобове надходження m канцерогену з водою на 1 кг маси тіла людини визначається за дещо зміненою формулою

$$m = \frac{C \cdot v \cdot f \cdot T_p}{P \cdot T},$$

де C – концентрація канцерогену в питній воді, мг/л; v – швидкість надходження води в організм людини, л/добу. Вважається, що доросла людина випиває щодоби 2 літри води; f – кількість днів у році, протягом яких відбувається вплив канцерогену; T_p – кількість років, протягом яких споживається розглянута питна вода.

Величини P і T – такі ж, як і у формулі, за якою розраховується надходження канцерогену з повітрям.

Якщо вирішуються завдання, пов'язані із споживанням продуктів харчування, то середньодобове надходження m канцерогену з їжею, наведене до 1 кг маси тіла людини, визначають за формулою

$$m = \frac{C \cdot M \cdot T_p}{P \cdot T},$$

де C – концентрація канцерогену в даному харчовому продукті; M – кількість продукту, що споживається за один рік; T_p – кількість років, протягом яких споживається розглянутий продукт; величини P і T – такі ж, як і у формулі, за якою розраховується надходження канцерогену з повітрям або водою.

Після того, як обчислено середньодобове надходження m канцерогену, наведене до 1 кг маси тіла людини, розраховують індивідуальний канцерогенний ризик r за формулою

$$r = m \cdot F_r,$$

де F_r – фактор ризику, який виражається в $[\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{добу})]^{-1}$.

Якщо $r \leq 10^{-6}$, верхня межа допустимого індивідуального канцерогенного ризику приймається рівною 10^{-4} .

Якщо $r > 10^{-4}$, індивідуальний канцерогенний ризик вважається неприпустимим.

У випадку впливу кількох канцерогенів повний ризик виражається сумою окремих ризиків:

$$r_t = r_1 + r_2 + \dots$$

Колективний канцерогенний ризик R визначається за формулами

$$R = r \cdot N,$$

$$R_t = r_t \cdot N,$$

де N – кількість людей, що піддаються даному ризику.

Практичне завдання

Задача 1. Розрахувати індивідуальний ризик, обумовлений комбінованою дією двох канцерогенів, що містяться в питній воді. У воді знаходиться вінілхлорид з концентрацією рівної 0,3 мг/л, його фактор ризику при надходженні з водою становить $1,9 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$, і миш'як з концентрацією, рівній його ГДК у питній воді (0,05 мг/л). Фактор ризику при реагуванні миш'яку з водою дорівнює $1,75 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$. Така вода споживається протягом 3 років, причому протягом кожного року вона споживається в середньому протягом 300 днів.

Вінілхлорид: $C_1 = 0,3 \text{ мг/л}$; $F_{r(1)} = 1,9 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$.

Миш'як: $C_2 = 0,05 \text{ мг/л}$; $F_{r(2)} = 1,75 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$;
 $f = 300 \text{ доба/рік}$; $T_p = 3 \text{ роки}$; $v = 2 \text{ л/діб}$; $P = 70 \text{ кг}$; $T = 70 \text{ р}$.

Задача 2. В Україні значення ГДК бенз(а)пірену в поверхневих водах прийнято рівним 5 мг/л. Концентрація цього канцерогену у воді певного населеного пункту перевищило цю величину в 5 разів. Який колективний ризик загрози здоров'ю для групи людей чисельністю 100 000 чоловік, якщо всі ці люди п'ють таку воду протягом 3 років? Протягом кожного року така вода споживається в середньому 330 днів. Фактор ризику для вступу бенз(а)пірену з водою дорівнює $12 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$.

$C = 5\text{ГДК} = 25 \cdot 10^9 \text{ мг/л} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ мг/л}$; $v = 2 \text{ л/добу}$;
 $f = 330 \text{ добу/рік}$; $F_r = 12 \text{ [мг/(кг} \cdot \text{добу)]}^{-1}$; $T_p = 3 \text{ роки}$;
 $N = 1 \cdot 10^5 \text{ чол.}$; $P = 70 \text{ кг}$; $T = 70 \text{ р}$.

Задача 3. Розрахувати ризик у вигляді кількості додаткових випадків онкологічних захворювань серед жителів селища з населенням N людей у результаті споживання води з вмістом канцерогену C . Така вода споживається протягом 30 років, причому протягом кожного року вона споживається в середньому протягом 300 днів. Фактор ризику F_r .

$C = 25 \text{ мкг/л} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг/л}$; $\nu = 2 \text{ л/добу}$; $f = 300 \text{ діб/рік}$;
 $F_r = 0,4 \text{ [мг/(кг·добу)]}^{-1}$; $T_p = 30 \text{ р.}$; $N = 10^4 \text{ чол.}$; $P = 70 \text{ кг}$;
 $T = 70 \text{ р.}$

Таблиця 11. Вихідні дані

Вихідні дані	Номер варіанта					
	1	2	3	4	5	6
Канцероген	Хлорбензол		ДДТ		Трихлоретилен	
N , чол.	10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5
C , мг/л	0,01	0,05	0,001	0,01	0,05	0,07
$F_r = 0,4 \text{ [мг/(кг·добу)]}^{-1}$	0,27	0,27	0,3	0,3	0,4	0,4

Вихідні дані	Номер варіанта					
	7	8	9	10	11	12
Канцероген	Тетрахлоретилен		Берилій, оксид		Бенз(а)пірен	
N , чол.	10^4	10^5	10^4	10^5	10^4	10^5
C , мг/л	0,02	0,05	0,001	0,01	0,0001	0,0005
$F_r = 0,4 \text{ [мг/(кг·добу)]}^{-1}$	0,54	0,54	7,0	7,0	12,0	12,0

Задача 4. У повітрі поблизу хімічного заводу знаходиться дихлорметан, концентрація якого становить 12 мг/м^3 . Протягом 10 років таким повітрям дихає населення, чисельність якого складає 6 тис. осіб. Кількість днів, протягом яких люди піддаються канцерогенному ризику, дорівнює в середньому 300. Фактор ризику при вступі в реакцію дихлорметану з повітрям дорівнює $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ (мг/кг ·добу)}^{-1}$. Розрахувати значення індивідуального і колективного канцерогенного ризиків.

$C = 12 \text{ мг/м}^3$; $V = 20 \text{ м}^3/\text{добу}$; $F_r = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ [мг/кг·добу]}^{-1}$;
 $T_p = 10 \text{ р.}$, $f = 300 \text{ діб/рік}$; $N = 6 \cdot 10^3 \text{ чол.}$; $P = 70 \text{ кг}$; $T = 70 \text{ р.}$

Задача 5. У щорічний раціон жителя України входить у середньому 212,4 кг молочних продуктів. Припустимо, що в молочних продуктах містяться діоксини, і їх концентрація дорівнює значенням ГДК для діоксину в молоці ($5,2 \cdot 10^{-6} \text{ мг/кг}$). Нехай ці молочні продукти надходять у їжу 100 осіб протягом

2 років. Фактор ризику при реагуванні діоксинів з продуктами харчування дорівнює $F_r = 1,6 \cdot 10^5 \text{ (мг/кг} \cdot \text{добу)}^{-1}$. Розрахувати індивідуальний і колективний ризики загрози здоров'ю.

$C = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ мг/кг}$; $M = 212,4 \text{ кг/год}$; $F_r = 1,6 \cdot 10^5 \text{ (мг/кг} \cdot \text{добу)}^{-1}$;
 $T_p = 2 \text{ р.}$; $N = 10^2 \text{ чол.}$; $P = 70 \text{ кг}$; $T = 70 \text{ р.}$

Висновки

Практична робота № 9
**ВИЗНАЧЕННЯ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ
 НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Мета роботи: навчитися визначати економічні збитки від забруднення НПС у випадку, коли відомо маси полютантів.

Теоретичні відомості

Економічні збитки від забруднення НПС можна розглядати як забруднення окремих його компонентів:

$$З = З_a + З_b + З_r.$$

А. Збитки від забруднення атмосфери $З_a$. У тому випадку, коли параметри забруднення атмосфери виражено в тоннах, економічні збитки визначаються за формулою

$$З_a = \sum_{j=1}^n f_1 \cdot f_2 \cdot З_n \cdot M_b,$$

де f_1 – коефіцієнт, що враховує розташування джерела викиду і кількість населення, якому завдаються збитки; f_2 – коефіцієнт, що враховує приведену висоту викиду; $З_n$ – питомі збитки від 1 тонни шкідливої речовини, що надійшла в атмосферу, грн/т, n – кількість полютантів.

Таблиця 12. Значення коефіцієнта, що враховує розташування джерела викиду і кількість населення, якому завдаються збитки

f_1	Місце розташування об'єкта
0,5	Сільські населені пункти
0,7	Місто з населенням до 100 тис. чол.
1,0	Місто з населенням від 100 до 500 тис. чол.
2,0	Місто з населенням понад 500 тис. чол.
2,5	Поблизу водоохоронних зон, санітарної СЗЗ, заповідних, паркових і лісопаркових зон
3,0	Поблизу курортних місць, історико-архітектурних пам'яток, місць масового відпочинку людей

Таблиця 13. Значення коефіцієнта, що враховує приведену висоту викиду

f_2	Висота викиду, м
1,5	0–15
1,3	16–40
1,0	41–80
0,7	81–150
0,3	151–200
0,15	221–300

Таблиця 14. Питомі збитки від забруднення атмосфери

Назва поллютанта	Питомі збитки, грн/т
Пил	120
Сірчаний ангідрид (SO_3)	150
Оксиди азоту (N_2O , N_2O_5 , NO)	250
Фтороводень (HF) та інші сполуки фтору	1100
Оксиди вуглецю (CO , CO_2)	70
Вуглеводні (метан, етан, пропан, бутан)	80

Б. Економічні збитки від забруднення води $Z_{\text{в}}$. Економічні збитки від забруднення водних об'єктів визначаються за формулою

$$Z_{\text{в}} = \sum_{i=1}^n L \cdot Z_{\text{п}} \cdot M_{\text{в}},$$

де L – коефіцієнт, що враховує розташування джерела викиду та водозабезпеченість регіону; $Z_{\text{п}}$ – питомі збитки від скиду 1 т забруднюючої речовини у водні джерела; $M_{\text{в}}$ – маса скиду у воду, т/рік; n – кількість забруднюючих речовин.

Таблиця 15. Значення коефіцієнта, що враховує розташування джерела викиду та водозабезпеченість регіону

Коефіцієнт L	Характеристика водоспоживання регіону
0,5	Не відчувається дефіциту у водних ресурсах
1,0	Баланс споживання і відведення води зводиться без дефіциту
1,5	Баланс споживання і відведення води зводиться з невеликим дефіцитом
2,0	Водозабезпечення здійснюється з великих водосховищ
3,0	Скид стічних вод передбачено в річки при великому дефіциті води

Таблиця 16. Питомі збитки від забруднення водних джерел

Токсичні речовини	Питомі збитки Z_n , грн/т
Зважені речовини	80
Важкі метали	400
Органічні сполуки	700
Кислоти і луги	950
Нафтопродукти	2060

В. Економічні збитки від забруднення земельних ресурсів
 Z_r . Економічні збитки від забруднення земельних угідь визначаються за формулою

$$Z_r = \sum_{i=1}^n q Z_n \cdot M_v,$$

де q – коефіцієнт, що враховує родючість земельних ресурсів;
 Z_n – питомі збитки від розміщення 1 т забруднюючих речовин на земельні ресурси, грн; M_v – маса розміщення відходів, т/рік;
 n – кількість типів відходів.

Таблиця 17. Значення коефіцієнта, що враховує родючість земельних ресурсів

q	Райони
0,5	для районів Полісся
0,7	для районів лісостепу
1,0	для районів степу
2,0	для зрошуваних с/г угідь

Таблиця 18. Питомі збитки від забруднення відходами земельних ресурсів

Забруднюючі речовини	Питомі збитки Z_n грн/т
Неорганічні відходи	250
Органічні відходи	300
Відходи побутових сміттєзвалищ	400

Практичне завдання

Завдання 1. Підприємство «Хімволокно», що знаходиться в зоні N , щорічно в атмосферне повітря викидає поллютанти A та B відповідно масами $M_{вA}$, т та $M_{вB}$, т. Знайти збитки від забруднення атмосфери, якщо висота факела викиду h , м.

Таблиця 19. Дані для розрахунку

№ варіанта	Місце розташування	К-сть населення, тис. чол.	Висота факела викиду	A	B	$M_{вA,T}$	$M_{вB,T}$
0	Лісопарк		19	Оксиди N	HF	23	17
1	Місто	70	23	Пил	CO	13	9
2	Місто	123	11	Метан	Пил	43	14
3	Місто	345	78	NO	Пропан	5,6	7,8
4	Місто	253	100	Пил	HF	3,4	12
5	Курорт		35	CO ₂	HF	4,6	7,8
6	Парк		157	Пил	CO	5,8	6,8
7	Заповідник		17,5	Оксид N	Оксид C	6,7	9,75
8	СЗЗ		200	Етан	Пил	8	12,34
9	Місто	157	99	CO	Метан	11	7
10	Місто	511	37	HF	CO ₂	10	3,456
11	Курорт		75	Пил	CO	7	9,67
12	Місто	344	14	Метан	Пил	8,7	5,7
13	СЗЗ		6	N ₂ O ₅	HF	6,8	5,8
14	Курорт		16	Етан	NO	5	8
15	Місто	24	15	CH ₄	Сірчаний ангідрид	8	34
16	Заповідник		81	CO ₂	Пил	11	13
17	Лісопарк		13	HF	NO	8	9
18	Місто	100	152	Метан	CO	9	11
19	Курорт		67	N ₂ O	Пил	7	4,56
20	СЗЗ		200	Сірчаний ангідрид	HF	12	11
21	Місто	300	299	Пил	Етан	13	9
22	Курорт		12,45	Оксид N	Пил	21	18
23	Парк		117	CO	N ₂ O ₅	9	7,8
24	Місто	45	102	Пил	Метан	11	8,9
25	Парк		16	Етан	Сірчаний ангідрид	17,9	11,8
26	Місто	457	153	Пил	CO ₂	3,456	9,78
27	СЗЗ		82	N ₂ O	HF	7	12
28	Місто	75	79	CO	Пил	2	21

Завдання 2. Підприємство «Хімволокно» в результаті своєї діяльності скидає у водні джерела шкідливі речовини C та D , відповідно масами M_{BC} та M_{BD} . Знайти збитки, що завдаються НПС з певним водоспоживанням.

Таблиця 20. Дані для розрахунку

№ варіанта	Водоспоживання	Речовина C	Речовина D	$M_{BC,T}$	$M_{BD,T}$
0	3 водосховищ	Органічні сполуки	Зважені речовини	78	124
1	Немає дефіциту	Кислоти	Нафтопродукти	127	136
2	Невеликий дефіцит	Важкі метали	Луги	49	389
3	3 водосховищ	Зважені речовини	Альдегіди	58	199
4	Великий дефіцит	Нафтопродукти	Кислоти	78	80
5	Без дефіциту	Луги	Зважені речовини	110	131
6	Невеликий дефіцит	Органічні сполуки	Кислоти	68	25
7	3 водосховищ	Спирти	Важкі метали	106	76
8	Великий дефіцит	Зважені речовини	Луги	75	19
9	Немає дефіциту	Кислоти	Нафтопродукти	69	95
10	Невеликий дефіцит	Луги	Альдегіди	56	88
11	3 водосховищ	Органічні сполуки	Нафтопродукти	117	14
12	Великий дефіцит	Карбонові к-ти	Луги	123	45
13	Немає дефіциту	Спирти	Зважені речовини	54	17
14	Невеликий дефіцит	Важкі метали	Органічні сполуки	59	95
15	3 водосховищ	Нафтопродукти	Спирти	128	12
16	Великий дефіцит	Кислоти	Важкі метали	124	136
17	Немає дефіциту	Луги	Органічні сполуки	47	95
18	3 водосховищ	Важкі метали	Кислоти	68	52
19	Великий дефіцит	Спирти	Луги	91	125
20	Немає дефіциту	Кислоти	Альдегіди	117	376
21	Невеликий дефіцит	Зважені речовини	Органічні сполуки	173	30
22	3 водосховищ	Нафтопродукти	Важкі метали	147	35
23	Великий дефіцит	Кислоти	Спирти	467	111
24	Немає дефіциту	Зважені речовини	Нафтопродукти	96	75
25	Невеликий дефіцит	Луги	Важкі метали	136	83
26	3 водосховищ	Органічні сполуки	Нафтопродукти	291	34

Завдання 3. Підприємство «Хімволокно» щорічно розташовує відходи певними масами. Знайти економічні збитки від забруднення земельних угідь.

Таблиця 21. Дані для розрахунку

№ варіанта	Район	Маси речовин, т/рік		
		Неорганічні відходи	Органічні відходи	Відходи побутових сміттєзвалищ
0	С/г угіддя	145	345	567
1	Полісся	200	430	786
2	Лісостеп	1256	786	456
3	Степ	236	987	900
4	С/г угіддя	456	789	560
5	Полісся	400	760	123
6	Лісостеп	678	765	200
7	Степ	650	230	120
8	С/г угіддя	560	89	123
9	Полісся	567	780	900
10	Лісостеп	678	654	950
11	Степ	780	550	666
12	С/г угіддя	340	564	231
13	Полісся	660	550	338
14	Лісостеп	400	12	456
15	Степ	450	82	763
16	С/г угіддя	500	300	1298
17	Полісся	653	675	96
18	Лісостеп	671	239	700
19	Степ	450	871	1000
20	С/г угіддя	129	123	786
21	Полісся	342	127	396
22	Лісостеп	800	761	230
23	Степ	560	720	120
24	С/г угіддя	230	650	119
25	Полісся	659	222	888
26	Лісостеп	334	765	991
27	Степ	226	119	336
28	С/г угіддя	664	332	118
29	Полісся	331	67	865
30	Лісостеп	546	671	230
31	Полісся	300	130	586
32	Лісостеп	256	486	756
33	Степ	536	187	400
34	С/г угіддя	256	989	560
35	Полісся	400	760	123

Висновки

Практична робота 10

РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНОЕКОНОМІЧНИХ ЗБИТКІВ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Мета роботи: навчитися визначати загальні економічні збитки від забруднення НПС в залежності від концентрацій поллютантів (пилу та сірчаного ангідриду).

Теоретичні відомості

Загальноекономічні збитки від забруднення довкілля визначаються за формулою

$$EZ = \sum_{i=1}^n Z_{\text{ЗН}_i} \cdot R + \sum_{i=1}^n Z_{\text{КТ}_i} \cdot R + \sum_{i=1}^n Z_{\text{СТ}_i} \cdot S + \sum_{i=1}^n Z_{\text{ПР}_i} \cdot \Phi,$$

де EZ – загальні економічні збитки від забруднення навколишнього природного середовища, грн.

$Z_{\text{ЗН}}$ – питомі збитки, що завдаються здоров'ю населення i -им видом забруднювача в певній концентрації, грн.

$Z_{\text{КТ}}$ – питомі збитки, що завдаються комунальному господарству, грн.

R – чисельність населення в зоні впливу об'єкта-забруднювача, чол.

$Z_{\text{СТ}}$ – питомі збитки (у розрахунку на 1 га), що завдаються сільському та лісовому господарству, грн.

$Z_{\text{ПР}}$ – питомі збитки промисловості (у розрахунку на 1 млн грн, Φ), грн.

S – площа с/г та лісових угідь, $S = \text{№ вар} \cdot 10 \text{ га}$ (такий варіант приймається для виконання практичної роботи).

Φ – вартість основних промислово-виробничих фондів, млн грн.

n – загальна кількість домішок.

Таблиця 22. Питомі збитки від забруднення довкілля в залежності від концентрацій шкідливих речовин

Середньорічна концентрація пилу, мг/м ³	Питомі збитки здоров'ю населення З _{зд} , грн	Питомі збитки комунальному господарству З _{кг} , грн	Середньорічна концентрація SO ₃ , мг/м ³	Питомі збитки здоров'ю населення З _{зд} , грн	Питомі збитки комунальному господарству З _{кг} , грн
0,30	35	10	0,10	20	5
0,45	55	30	0,15	30	15
0,60	70	50	0,20	37	24
0,75	85	60	0,25	44	32
0,90	100	87	0,30	47	39
1,05	110	100	0,35	50	44
1,20	114	102	0,40	52	49
1,35	118	106	0,45	53	51
1,50	122	110	0,50	54	52

Таблиця 23. Питомі збитки від забруднення об'єктів господарювання в залежності від концентрації поллютантів

Середньорічна концентрація пилу, мг/м ³	Питомі збитки сільському та лісовому госп., грн	Питомі збитки промисловості, тис. грн	Середньорічна концентрація SO ₃ , мг/м ³	Питомі збитки сільському та лісовому госп., грн	Питомі збитки промисловості, тис. грн
0,1	10	—	0,05	10	—
0,2	16	—	0,1	20	0,1
0,3	25	—	0,2	50	0,2
0,5	40	0,4	0,3	90	0,3
0,6	—	1,2	0,4	105	0,45
0,9	—	2,0	0,5	120	0,6
1,2	—	2,9	0,6	—	0,7
1,5	—	3,7	0,7	—	0,85
1,8	—	4,5	0,8	—	1,0

Практичне завдання

Знайти загальноекономічні збитки від забруднення атмосферного повітря, якщо відомі середньорічні концентрації пилу та сірчаного ангідриду (SO₃), кількість населення, що піддається впливу даних поллютантів та вартість основних промислово-виробничих фондів.

Таблиця 24. Дані для розрахунку

№ варіанта	Концентрація пилу в середньому на рік C , мг/м ³	Концентрація SO ₂ в середньому на рік C , г/м ³	Кількість чоловік R	Вартість промислово- виробничих фондів F , млн грн
0	1,50	0,30	1156	8
1	0,30	0,10	234	12
2	0,60	0,20	500	13,9
3	0,90	0,30	641	78
4	1,20	0,40	812	56,9
5	1,50	0,10	1100	43,3
6	0,30	0,30	992	111
7	0,60	0,20	456	123
8	1,20	0,40	470	99
9	1,50	0,30	125	651
10	0,30	0,10	551	23,6
11	0,90	0,20	123	45
12	0,60	0,40	236	25,9
13	1,20	0,40	781	128
14	1,50	0,1	895	45,96
15	0,30	0,20	651	81
16	0,60	0,30	145	123
17	0,90	0,40	950	100
18	1,20	0,10	230	200
19	1,50	0,20	140	171
20	0,30	0,40	870	125
21	0,60	0,10	457	18,5
22	0,90	0,20	565	840
23	1,20	0,30	891	89,5
24	1,50	0,40	555	151
25	0,30	0,20	330	30,2
26	0,60	0,30	225	12,8
27	0,90	0,40	770	85
28	1,20	0,10	229	29,8
29	1,50	0,20	1000	458
30	0,30	0,30	950	75,26
31	0,30	0,10	634	2
32	0,60	0,20	700	3,9
33	0,90	0,30	541	7,8
34	1,20	0,40	412	5,6
35	1,50	0,10	100	4,3

Висновки

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Базова

1. **Боков, В. А.** Основы экологической безопасности [Текст] : учебное пособие / В. А. Боков, А. В. Лущик. – Симферополь : СОНАТ, 1998. – 216 с.
2. **Ветошкин, А. Г.** Техногенный риск и безопасность [Текст] / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001. – 198 с.
3. **Ветошкин, А. Г.** Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности [Текст] / А. Г. Ветошкин, Г. П. Разживина. – Пенза : Изд-во Пенз. госуд. архит. - строит. академии, 2002. – 129 с.
4. **Ветошкин, А. Г.** Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза : Изд-во ПГУАиС, 2003. – 154 с.
5. **Гринин, А. С.** Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях [Текст] : учебное пособие / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
6. **Карабасов, Ю. С.** Экология и управление [Текст] : учебник для вузов / Ю. С. Карабасов, В. М. Чижикова. – М. : МИСИС, 2006. – 712 с.
7. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління [Текст] : Г. В Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль. – Київ : Наукова думка, 2008. – 542 с.
8. **Муравых, А. И.** Управление экологической безопасностью [Текст] : учебное пособие / А. И. Муравых. – М. : Изд-во РАГС, 2006. – 288 с.
9. **Пахомова, Н. В.** Экономика природопользования и охрана окружающей среды [Текст] : учебное пособие / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер. – СПб. : Из-во С.-Петербур. ун-та, 2003. – 220 с.
10. Ресурсно-экологическая безопасность: теоретические и прикладные аспекты [Текст] / под ред. Б. В. Буркинського, В. Н. Степанова. – Одесса : ИПРЭЭИ НАН України, 1998. – 182 с.

11. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками [Текст] : учебное пособие для вузов / под ред. проф. Н. П. Тихомирова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.

12. **Хотунцев, Ю. Л.** Экология и экологическая безопасность [Текст] : учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю. Л. Хотунцев. – М. : Издательский центр «Академия», 2002. – 480 с.

13. **Хурнова, Л. М.** Экологическое аудирование управления рисками [Текст] : учебное пособие / Л. М. Хурнова, Д. Х. Мамина. – Пенза : ПГРАСА, 2003. – 100 с.

14. **Швыряев, А. А.** Оценка риска воздействия загрязнения атмосферы в исследуемом регионе [Текст] : учебное пособие для вузов / А. А. Швыряев, В. В. Меньшиков. – М. : Изд-во МГУ, 2004. – 124 с.

15. **Шмандій, В. М.** Управління природоохоронною діяльністю [Текст] : навчальний посібник / В. М. Шмандій, І. О. Солошич. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 296 с.

16. **Шмандій, В. М.** Екологічна безпека [Текст] / В. М. Шмандій, В. Некос. – Х. : ХНУ, 2008. – 436 с.

17. **Шмандій, В. М.** Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (теоретичні та практичні аспекти) [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / В. М. Шмандій. – Х., 2003. – 36 с.

Допоміжна

1. **Акишкин, А. С.** Экологическая политика зарубежных стран и России [Текст] : учебное пособие / А. С. Акишкин. – Волгоград : Издательство ВолГУ, 2003. – 228 с.

2. **Романченко, І. С.** Екологічна безпека: екологічний стан та методи його моніторингу [Текст] : навч. посіб. / І. С. Романченко, А. І. Сбитнев, С. Г. Бутенко. – К., 2006. – 560 с.

3. Надежность технических систем и техногенный риск [Текст] : А. В. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков,

В. И. Томаков, М. И. Фалеев. – М. : ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.

4. **Мельник, Л. Г.** Екологічна економіка [Текст] : підручник / Л. Г. Мельник. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2002. – 346 с.

5. **Русин, И. И.** Экологизация экономики: методы регионального управления [Текст] / И. И. Русин. – М. : 1990. – 200 с.

6. **Сахаев, В. Г.** Экономика природопользования и охрана окружающей среды [Текст] / В. Г. Сахаев, Б. В. Щербицкий. – К. : Вища школа, 1987. – 262 с.

7. Сучасні екологічні проблеми в Україні їх виникнення та шляхи розв'язання [Текст] // Вісн. України. – 1997. – 22 лютого. – С. 7–14.

Інформаційні ресурси

1. УкрНЦЕМ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sea.gov.ua>.

2. Департамент екологічної безпеки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content/category/308>.

3. Нормативно-законодавча база [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>.

4. Maritime Conventions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.itopfis.com.

5. IMO News: the magazine of the IMO // London, 1999. – № 3. – Р. 7–10.

6. ОПЕС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.opes.com.

7. GISdevelopment [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gisdevelopment.net>.

8. Greenpeace International [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.greenpeace>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

Таблиця Д.1.1. Види аварій, що можуть статися, виходячи з властивостей небезпечних речовин (НР), та за впливом уражаючих факторів цих аварій категорії НР

Група	Значення
I (вибух)	Горючі (займисті) гази, горючі рідини, перегріті під тиском, ініціюючі (первинні), бризантні (вторинні) та піротехнічні вибухові речовини, речовини-окислювачі, речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів
II (пожежа)	Горючі (займисті) гази, горючі рідини, горючі рідини, перегріті під тиском, речовини-окисники, а також речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів
III (шкідливі для людей і довкілля)	Високотоксичні речовини, токсичні речовини, речовини, що становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів), речовини, які становлять небезпеку для довкілля (токсичні для водних організмів) та/або можуть здійснювати довгостроковий негативний вплив на водне середовище, а також речовини, що вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів

Таблиця Д.1.2. Нормативи порогових мас деяких індивідуальних небезпечних речовин

Найменування	Порогова маса, т небезпечної речовини	
	1 клас	2 клас
Аміак	500	50
Амонію нітрат*	2500	350
Амонію нітрат (добрива)*	5000	1250

Продовж. табл. Д.1.2

Найменування	Порогова маса, т небезпечної речовини	
	1 клас	2 клас
Арсенатний ангідрид, арсенатна кислота та/або її солі	2	1
Арсенітний ангідрид, арсенітна кислота та/або її солі	0,1	—
Бром	100	20
Хлор	25	10
Нікелеві сполуки (дрібнодисперсний порошок), монооксид нікелю, діоксид нікелю, триоксид нікелю, сульфід нікелю (II), сульфід нікелю (III)	1	—
Формальдегід (концентрація більш як 90 %)	50	5
Водень	—	—
Фосфористий водень (фосфін)	1	0,2
Хлороводень (зріджений газ)	250	25
Алкіли свинцю	50	5
Ацетилен	50	5
Етилену оксид	50	5
Пропілену оксид	50	5
Метанол	5000	500
Кисень	2000	200
Сірководень	50	5
Арсеновмісний водень (арсен)	1	0,2
Сірки діоксид	250	25
Сірки триоксид	75	7,5
Вугільної кислоти дихлорангідрид (фосген)	0,75	0,3
Метилізоціанат	0,15	—
4,4-метилєн-біс(2-хлоранілін) та/або солі в порошкоподібному стані	0,01	—
Поліхлоридні дибензофурани та поліхлоридні дибензодіоксини	0,001	—
Канцерогени	0,001	—

Таблиця Д.1.3. Нормативи порогових мас НР за категоріями

Категорії НР	Порогова маса, т	
	1 клас	2 клас
1. Горючі (займисті) гази	200	50
2. Горючі рідини	50000	5000
3. Горючі рідини, перегріті під тиском	200	50
4. Ініціюючі (первинні) вибухові речовини	50	10
5. Бризантні (вторинні) та піротехнічні вибухові речовини	200	50
6. Речовини-окисники	200	50
7. Високотоксичні речовини	20	5
8. Токсичні речовини	200	50
9. Речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів)	500	200
10. Речовини, які становлять небезпеку для довкілля (токсичні для водних організмів) та/або можуть здійснювати довгостроковий негативний вплив на водне середовище	2000	500
11. Речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою	500	100
12. Речовини, які вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням горючих та/або вибухонебезпечних чи токсичних газів	200	50

Таблиця Д.1.4. Характеристики найбільш розповсюджених небезпечних речовин (НР)

Найменування	Густина НХР, т/м ³	
	Газ	Рідина
Акролеїн	—	0,839
Аміак	—	—
Зберігання під тиском	—	0,681
Ізотермічне зберігання	0,0008	0,681
Ацетонітріл	—	0,786
Водень миш'яковистий	0,0035	1,64
Водень фтористий	—	0,989
Водень хлористий	0,0016	1,191
Водень бромистий	0,0036	1,490
Водень ціанистий	—	0,687
Діметіламін	0,0020	0,680
Метіламін	0,0014	0,699

Продовж. табл. Д.1.4

Найменування	Густина НХР, т/м ³	
	Газ	Рідина
Метил бромистий	—	1,732
Дизельне пальне	—	0,86
Метил хлористий	0,0023	0,983
Метил акрилат	—	0,953
Метил меркаптан	—	0,867
Натрію акрилової кислоти	—	0,806
Оксиди азоту	—	1,491
Окисел етилену	—	0,802
Сірчаний ангідрид	0,0029	1,462
Сірководень	0,0015	0,964
Сірковуглець	—	1,263
Соляна кислота	—	1,198
Триметиламін	—	0,671
Формальдегід	—	0,815
Бензин	—	0,78
Фтор	0,0017	1,512
Фосфор	—	1,570
Хлор	0,0032	1,533
Хлорпікрин	—	1,658
Хлорціан	0,0021	1,220
Етиленамін	—	0,838
Етиленсульфід	—	1,005

Таблиця Д.1.5. Перелік груп об'єктів підвищеної небезпеки

Групи об'єктів підвищеної небезпеки	Категорія небезпеки
Об'єкти, на яких можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, у тому числі пожежо-вибухонебезпечні, у кількості, що дорівнює чи перевищує норматив граничної маси для об'єкта 1 класу, визначеного відповідно до Порядку ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 Гідротехнічні споруди 1, 2 і 3 класу Хвостосховища, шламонакопичувачі	1

Продовж. табл. Д.1.5

Групи об'єктів підвищеної небезпеки	Категорія небезпеки
Об'єкти, на яких можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, у тому числі пожежо-вибухонебезпечні, у кількості, що дорівнює чи перевищує норматив граничної маси для об'єкта 2 класу, але не більше ніж норматив граничної маси для об'єкта 1 класу, визначеного відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 Гідротехнічні споруди 4 класу	2
Об'єкти, на яких можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, у тому числі пожежо-вибухонебезпечні і пожежонебезпечні, у кількості, що становить 2 і більше відсотки нормативу граничної маси для об'єкта 1 класу, але не більше ніж норматив граничної маси для об'єкта 2 класу, визначеного відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956	3

Таблиця Д.1.6. Страхова сума за конкретним об'єктом підвищеної небезпеки відповідно до категорії небезпеки, установленної в табл. Д.1.5

для груп об'єктів 1 категорії небезпеки	200000 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян* на момент обчислення страхової суми
для груп об'єктів 2 категорії небезпеки	70000 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян* на момент обчислення страхової суми
для груп об'єктів 3 категорії небезпеки	45000 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян* на момент обчислення страхової суми

Примітка. *Неоподаткований мінімум доходів громадян вважати 17,5 грн.

ДОДАТОК 2

Таблиця Д.2.1. Ризик наразитися на смертельний нещасний випадок у побуті для чоловіків різного віку (на 1-ну людину протягом року)

Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті	Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті
	Усі разом	0,00092			
	Працездатний вік (15–16 років)	0,00097	№ 10	40–44	0,00089
№ 1	0	0,00078	№ 11	45–49	0,00100
№ 2	1–4	0,00031	№ 12	50–54	0,00120
№ 3	5–9	0,00025	№ 13	55–59	0,00130
№ 4	10–14	0,00022	№ 14	60–64	0,00140
№ 5	15–19	0,00072	№ 15	65–69	0,00150
№ 6	20–24	0,00110	№ 16	70–74	0,00170
№ 7	25–29	0,00088	№ 17	75–79	0,00270
№ 8	30–34	0,00083	№ 18	80–84	0,00420
№ 9	35–39	0,00084	№ 19	85 і старше	0,00700

Таблиця Д.2.2. Ризик смерті людини від генетичних та соматичних захворювань і внаслідок природного старіння організму (на 1-ну людину протягом року)

Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті	Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті
	Усі разом	0,01050			
	Працездатний вік (15–16 років)	0,03800	№ 10	40–44	0,00270
№ 1	0	0,02300	№ 11	45–49	0,00480
№ 2	1–4	0,00080	№ 12	50–54	0,00840
№ 3	5–9	0,00030	№ 13	55–59	0,01500
№ 4	10–14	0,00020	№ 14	60–64	0,02500
№ 5	15–19	0,00030	№ 15	65–69	0,03800
№ 6	20–24	0,00040	№ 16	70–74	0,05900
№ 7	25–29	0,00050	№ 17	75–79	0,09100
№ 8	30–34	0,00090	№ 18	80–84	0,14300
№ 9	35–39	0,00160	№ 19	85 і старше	0,24000

Таблиця Д.2.3. Коефіцієнт $K_{\text{пр.х}}$ для урахування місця проживання людей та її статі

Тип населеного пункту	Нещасні випадки		Хвороби	
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Місто	1,6	0,28	1,45	0,38
Село	1,9	0,31	1,7	0,42

Таблиця Д.2.4. Ризик смертельної небезпеки, спричиненої різними видами професійної та непрофесійної діяльності (на 1-ну людину чоловічої статі та 1-ну годину)

Код виду діяльності	Види діяльності	Ризик смертельної небезпеки	Код виду діяльності	Види діяльності	Ризик смертельної небезпеки
Виробничі професії			15	Пожежники	$1 \cdot 10^{-7}$
1	Працівники вугле-коксівних підприємств	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$	16	Поліцейські, міліціонери, військово-службовці	$1,5 \cdot 10^{-7}$
2	Робітники пов'язані з процесом вулканізації	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$	17	Водії-професіонали	$3 \cdot 10^{-7}$
3	Моряки на риб. траулерах	$6 \cdot 10^{-7}$	18	Боксери-професіонали	$4 \cdot 10^{-7}$
4	Працівники вугільних шахт, шахтарі	$2,5 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-7}$	19	Верхолази, монтажники	$3,2 \cdot 10^{-6}$
5	Будівельні робітники	$6 \cdot 10^{-7}$	20	Трактористи	$4,2 \cdot 10^{-6}$
6	Гончарі та глазурувальники	$2,5 \cdot 10^{-7}$	21	Льотчики цивільної авіації	$2,1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$
7	Працівники АЕС	$4 \cdot 10^{-8}$	22	Льотчики-випробувачі	$6 \cdot 10^{-5}$
8	Працівники легкої промисловості	$5 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8}$	23	Військові вертольотчики	$1,2 \cdot 10^{-5}$

Продовж. табл. Д.2.4

Код виду діяльності	Види діяльності	Ризик смертельної небезпеки	Код виду діяльності	Види діяльності	Ризик смертельної небезпеки
10	Працівники вантажної промисловості	$4 \cdot 10^{-8}$ – $6 \cdot 10^{-8}$	Непрофесійний спорт, дозвілля		
11	Працівники промисловості (загалом)	$1,2 \cdot 10^{-7}$	24	Велосипедисти, лижники, легкоатлети	$3 \cdot 10^{-7}$
Невиробничі професії			25	Боксери, борці	$4,5 \cdot 10^{-7}$
			26	Мисливці, біатлоністи	$7 \cdot 10^{-7}$
12	Працівники торгівлі	$3,5 \cdot 10^{-8}$	29	Гребці, плавці	$1 \cdot 10^{-5}$
13	Працівники сфери обслуговування, педагоги, студенти	$5 \cdot 10^{-8}$	30	Альпіністи, спелеологи, драйвери	$2,7 \cdot 10^{-5}$
			31	Жокеї, кіннотники	$1 \cdot 10^{-4}$
14	Працівники села, фермери	$6 \cdot 10^{-8}$	32	Водії автомобіля	$1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-5}$
			33	Інші види занять	$1 \cdot 10^{-8}$

Таблиця Д.2.5. Співвідношення нещасних випадків, спричинених різними видами діяльності, між особами протилежної статі залежно від віку, %

Вікова група, роки	15–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74
Чоловіки	80	81	76	74	71	62
Жінки	20	19	34	26	29	38
Разом	100	100	100	100	100	100

Таблиця Д.2.6. Ризик смерті людини внаслідок згубних звичок порівняно з ризиком смертельних небезпек невинного характеру (на 1-ну людину за рік)

№	Джерело небезпеки	Ризик загибелі	№	Джерело небезпеки	Ризик загибелі
1	Паління	$8000 \cdot 10^{-6}$	7	Випадки утоплення	$91 \cdot 10^{-6}$
2	Надмірне вживання алкоголю	$212 \cdot 10^{-6}$	8	Випадкові удушення, закупорювання дихальних шляхів	$58 \cdot 10^{-6}$
3	Дорожньо-транспортні пригоди ДТП	$190 \cdot 10^{-6}$	9	Ураження електричним струмом	$19 \cdot 10^{-6}$
4	Побутові отруєння	$97 \cdot 10^{-6}$	10	Самовбивства та самоушкодження	$258 \cdot 10^{-6}$
5	Випадкові падіння	$62 \cdot 10^{-6}$	11	Убивства й навмисні ушкодження	$117 \cdot 10^{-6}$
6	Ураження при пожежі	$48 \cdot 10^{-6}$	12	Дія радону-22, що міститься в повітрі приміщення	$250 \cdot 10^{-6}$

Таблиця Д.2.7. Класифікатор безпеки професійної діяльності

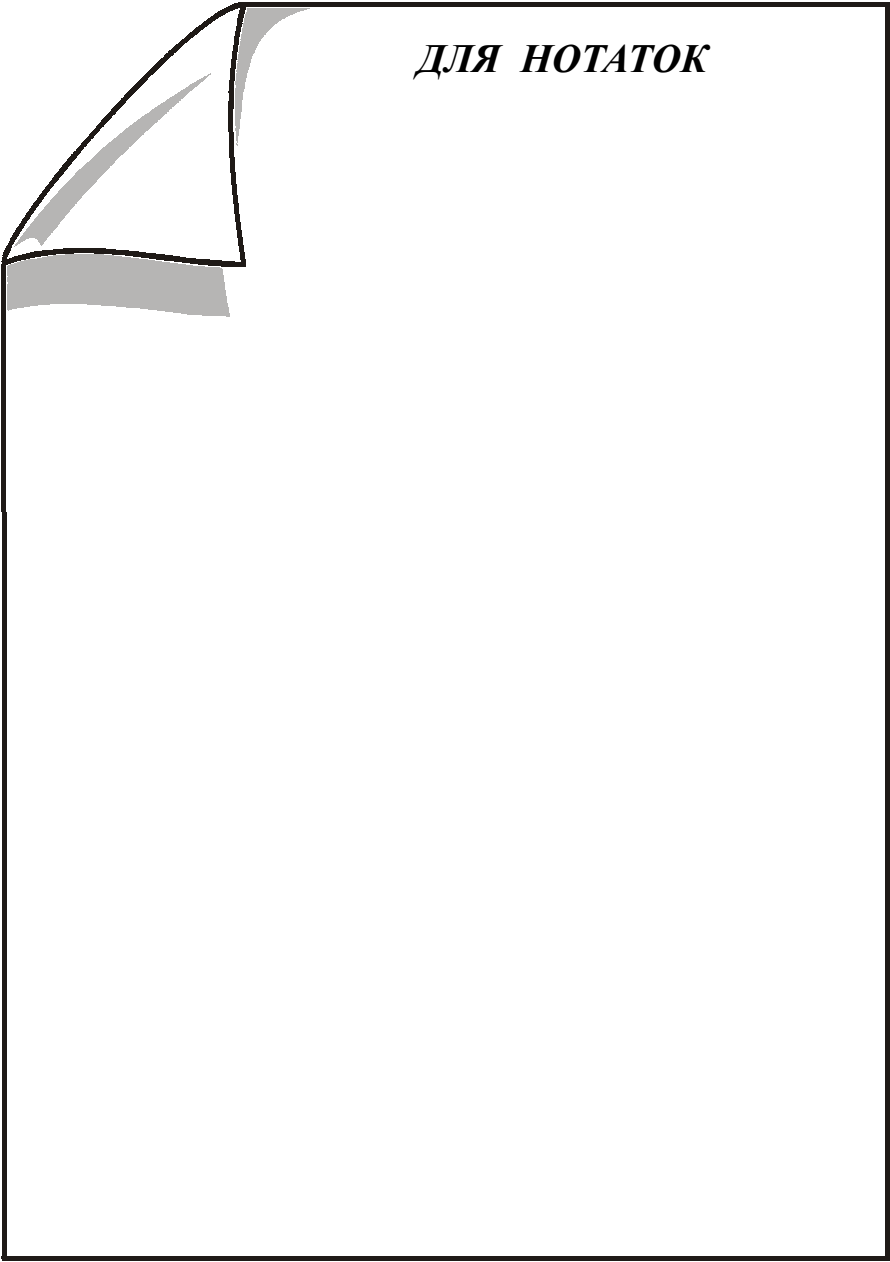
Категорії небезпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-ї людини за рік
1	Безпечні (працівники швейної, взуттєвої, текстильної, паперової, типографічної, харчової та лісової промисловості)	$< 0,0001$ ($R < 1 \cdot 10^{-4}$)
2	Відносно безпечні (працівники металургійної, суднобудівної, вугледобувної промисловості, чавуноливарного, гончарного та керамічного виробництва, працівників промисловості загалом, а також працівники цивільної авіації)	$0,0001 \dots 0,001$ ($1 \cdot 10^{-4} < R < 1 \cdot 10^{-3}$)
3	Небезпечні (зайняті у вуглекоксівному та вулканізаційному виробництві, члени екіпажів риболовецьких траулерів, будівельні робітники, верхолази, трактористи)	$0,001 \dots 0,01$ ($0 \cdot 10^{-3} < R < 1 \cdot 10^{-2}$)

Продовж. табл. Д.2.7

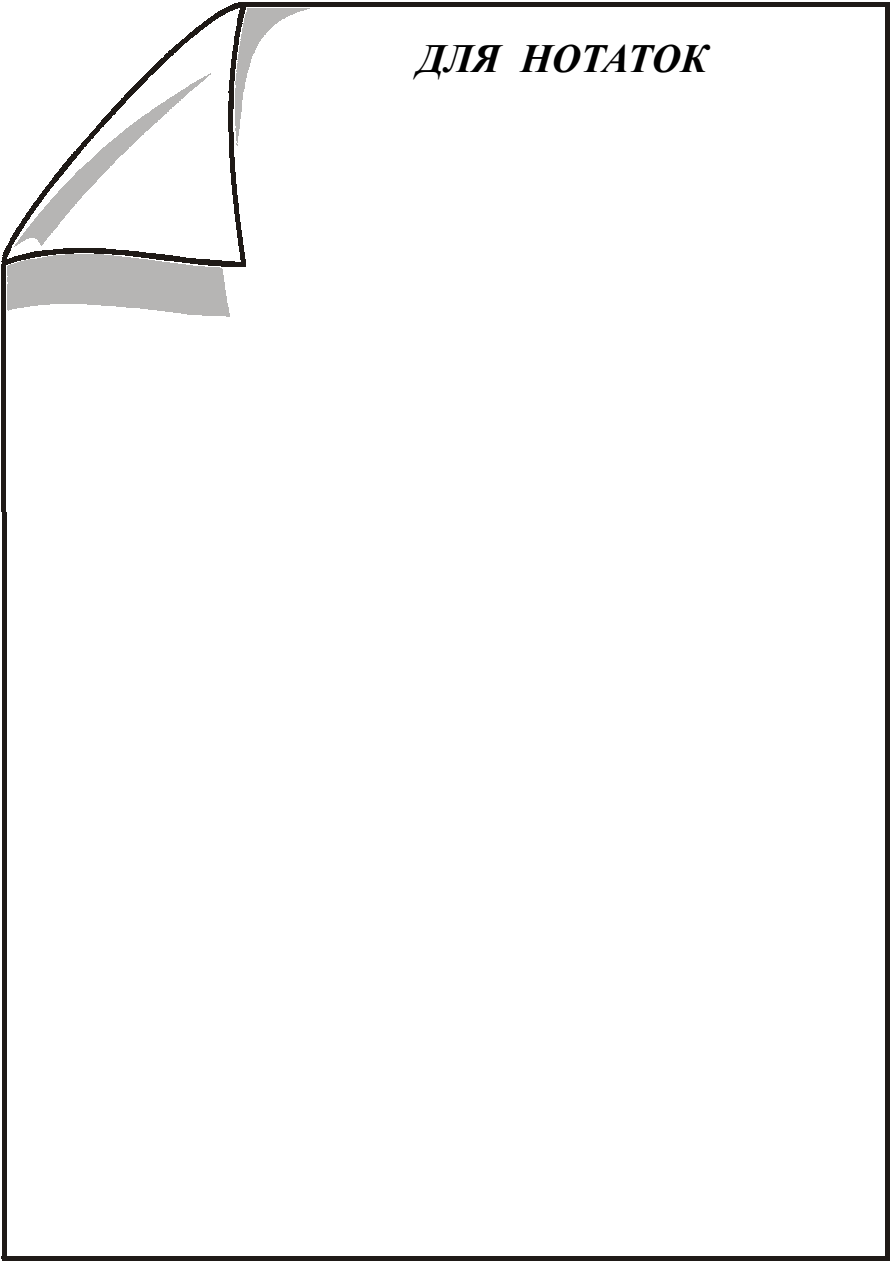
Категорії небезпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-ї людини за рік
4	Особливо небезпечні (льотчики-випробувачі, члени екіпажів військових вертольотів, водолазів)	$> 0,000$ ($r > 1 \cdot 10^{-2}$)

Таблиця Д.2.8. Шкала порівняння ризиків смертності

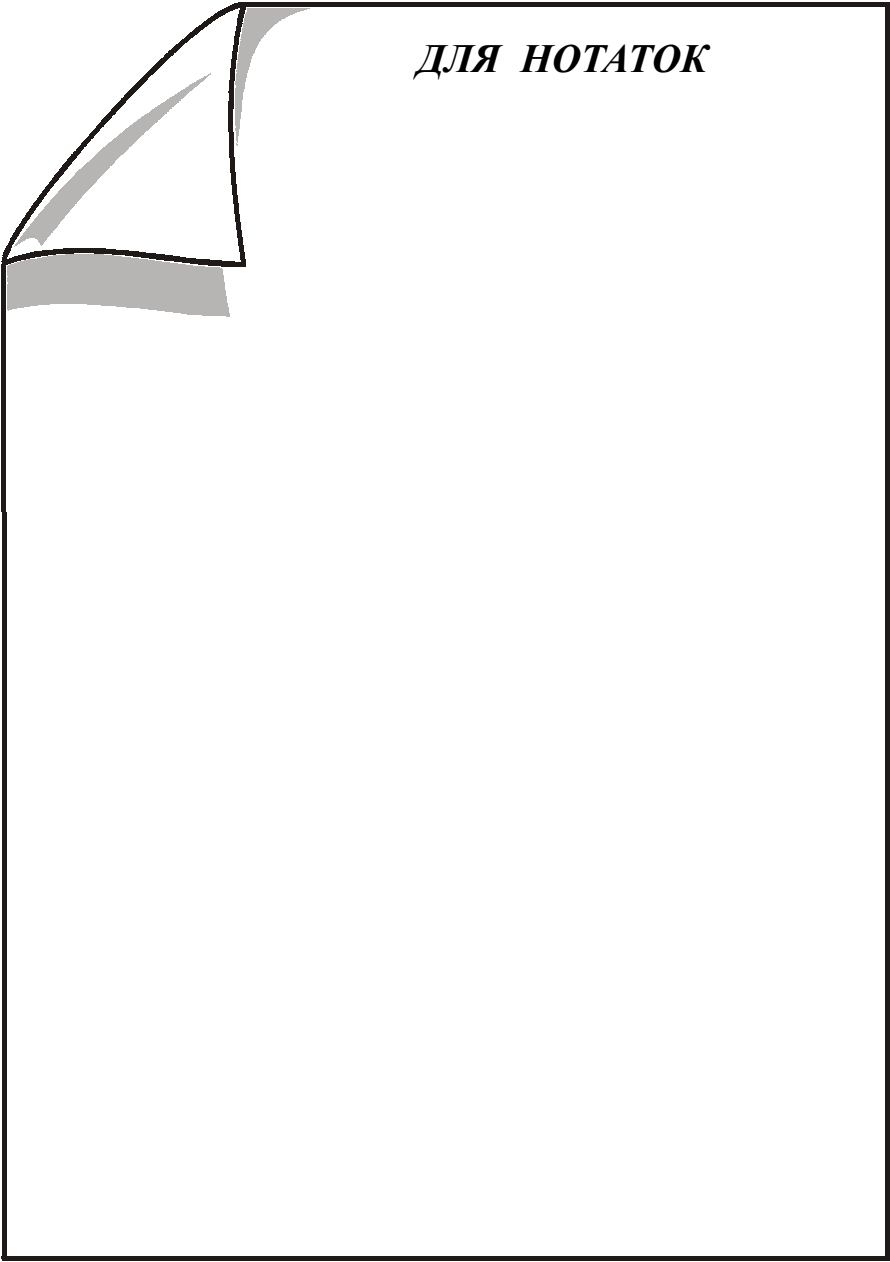
Упорядкована шкала ризиків смертності								
Низький			Середній		Високий			
$< 1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$> 1 \cdot 10^{-2}$
Знехтуваний	Низький	Відносно низький	Середній	Відносно високий	Високий	Дуже високий	Екстремальний	



ДЛЯ ЗАДАТОК



ДЛЯ ЗАДАТОК



ДЛЯ ЗАДАТОК

Навчальне видання

МАРКІНА Людмила Миколаївна
САВІНА Оксана Юріївна
УШКАЦ Світлана Юріївна
ЖОЛОБЕНКО Наталія Юріївна
ВЛАСЕНКО Олег Васильович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять з дисципліни
«ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ»

Комп'ютерна правка й коректура *О. Г. Костенко*
Комп'ютерне верстання *А. Д. Сорочинська*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 4,0. Тираж 100 прим. Вид. № 9. Зам. № 2501-09.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.