

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А., Огородник А. М.

ПРАКТИЧНІ І РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

*(для студентів денної та заочної
форми навчання всіх спеціальностей)*

Навчальний посібник



Миколаїв – 2014

УДК 614.8(075.8)

ББК 51я73

Г 83

*Рекомендовано до друку вченою радою ЧДУ імені Петра Могили
(протокол № 4 від 12.12.2013 р.).*

Рецензенти:

Войтещенко І. С., к. фіз.-мат. н., зав. лабораторії Інституту
високих технологій КНУ імені Тараса Шевченка;

Різун І. Р., к. техн. н., проректор з наукової роботи Південної
академії підвищення кваліфікації кадрів.

Г 83

Григор'єва Л. І.

Практичні і розрахунково-графічні роботи з дисципліни
«Безпека життєдіяльності» : [навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва,
Ю. А. Томілін, А. М. Огородник. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені
Петра Могили, 2014. – 104 с.

ISBN 978-966-336-300-4

У розробленому навчальному посібнику наведено запропоновані
авторами практичні та розрахунково-графічні роботи з дисципліни
«Безпека життєдіяльності» для студентів класичного університету,
виконання яких передбачено Типовою навчальною програмою з цієї
дисципліни, затвердженої МОН України у 2011 р. У збірнику
наведено роботи з короткими теоретичними відомостями, завданнями
та контрольними питаннями для самоперевірки. Наведено методичні
вказівки, приклади та варіанти виконання завдань, дібраних для
самостійного закріплення студентами знань, умінь і навичок для
здійснення професійної діяльності з урахуванням ризику виникнення
техногенних аварій і природних небезпек, а також формування у
студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку.

Збірник призначено для виконання практичних та розрахунково-
графічних робіт студентами всіх спеціальностей денного та заочного
навчання у вищих навчальних закладах зі специфікою класичного
університету.

УДК 614.8(075.8)

ББК 51я73

© Григор'єва Л. І., Томілін Ю. А.,
Огородник А. М., 2014

© ЧДУ ім. Петра Могили, 2014

ISBN 978-966-336-300-4

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
МОДУЛЬ 1. Теоретичні основи безпеки життєдіяльності.	
Людина як елемент системи «людина-середовище».....	7
Робота № 1. З'ясування загальних закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища. Оцінка впливу низьких температур на організм людини	7
Робота № 2. Розрахунок хронометражу енерговитрат задля усунення психофізіологічних небезпек.....	10
Робота № 3. Дослідження біоритмів людини задля усунення їхнього впливу в умовах небезпек	16
Робота № 4. Визначення рівня метеочутливості людини.....	24
МОДУЛЬ 2. Небезпеки життєдіяльності людини.	
Засоби їх попередження	30
Робота № 5. Розрахунок рівнів шуму та інтенсивності вібрації від природних і техногенних джерел	30
Робота № 6. Визначення рівня небезпеки при забрудненні середовища життєдіяльності людини шкідливими аерозолями	38
Робота № 7. Забезпечення безпеки питного водопостачання через встановлення санітарних зон навколо водозабору питної води	43
Робота № 8. Оцінка рівнів небезпеки для людини при проходженні крізь тіло електричного струму.....	47
Робота № 9. Розрахунок граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів	51
Робота № 10. Розрахунок індивідуальної дози опромінення людини від впливу іонізуючого випромінювання	54
Робота № 11. Розрахунок товщини захисного екрана від впливу іонізуючого випромінювання.....	58
МОДУЛЬ 3. Організаційно-правове забезпечення безпеки життєдіяльності	63
Робота № 12. Розрахунок та оцінка індивідуального ризику небезпеки та заходи щодо його зниження	63

Робота № 13. Оцінка професійних ризиків і ризиків для населення.....	72
Робота № 14. Методи надання першої долікарської допомоги постраждалим	80
СПИСОК ДОПОМІЖНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	84
ДОДАТКИ	86

ПЕРЕДМОВА

Сучасний період супроводжується соціально-економічною і екологічною кризами в суспільстві, що спричинило катастрофічне зниження рівня життя людей. В останні роки в Україні спостерігається стійка тенденція до погіршення стану здоров'я населення, із кожним роком зростає кількість чинників, що негативно впливають на людину. Це призводить до збільшення чисельності осіб, особливо молодих, із функціональними захворюваннями і спадковими патологіями. Така ситуація потребує невідкладного оздоровлення дітей, підвищення культури особистості з урахуванням значущості поведінкового компонента у формуванні здоров'я, що відповідає стратегічній програмі Всесвітньої організації охорони здоров'я «Здоров'я для всіх в ХХІ сторіччі». Тому особливо актуалізується вивчення дисциплін, пов'язаних із питаннями безпечного існування людини у сучасному середовищі.

Курс нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» у ВНЗ України передбачає набуття студентом компетенцій, знань, умінь і навичок для здійснення професійної діяльності за спеціальністю з урахуванням ризику виникнення техногенних аварій і природних небезпек, а також формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку. Це вирішується через виконання практичних і самостійних робіт.

З метою поглиблення вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності» та набуття навичок і вмінь самостійних кваліфікованих розрахунків, аналізу та обґрунтування висновків у процесі вивчення дисципліни, відповідно до затвердженої МОН України 31.03.2011 Типової навчальної програми нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів, студенти денної форми навчання повинні виконувати розрахунково-графічну роботу, а заочної та дистанційної – самостійну контрольну роботу, теми яких розробляються з урахуванням специфіки профільної спрямованості вищого навчального закладу.

Розроблений навчальний посібник включає перелік практичних і розрахунково-графічних робіт для впровадження у навчальний процес у Чорноморському державному університеті. Посібник призначений для виконання практичних, розрахунково-графічних і контрольних робіт студентами всіх спеціальностей денного і заочного навчання.

Враховуючи специфіку ЧДУ імені Петра Могили як класичного університету, темами завдань обрано питання, які дозволяють закріпити розуміння людини як елемента системи «людина – життєве середовище» (з'ясування закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища, розрахунок хронометражу енерговитрат задля усунення психофізіологічних небезпек, визначення біоритмів людини, розрахунок рівнів шуму та інтенсивності вібрації від природних і техногенних джерел), розуміння небезпек у життєвому середовищі людини (при забрудненні середовища життєдіяльності людини шкідливими аерозолями, токсичними речовинами; розрахунок граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів; розрахунок індивідуальної дози опромінення людини та її захисту від дії іонізуючого випромінювання) та заходів їх запобігання (розрахунок та оцінка індивідуального ризику небезпеки та заходи щодо його зниження, оцінка професійних ризиків і ризиків для здоров'я населення, загальні принципи надання першої долікарської допомоги постраждалим). Конкретні роботи для виконання студентами певної спеціальності затверджуються навчальною робочою програмою викладання дисципліни «Безпека життєдіяльності».

У посібнику наведено роботи з короткими теоретичними відомостями, завданнями та контрольними питаннями для самоперевірки. Також наведено методичні вказівки, приклади і варіанти виконання завдань, дібраних для самостійного закріплення студентами теоретичних основ дисципліни «Безпека життєдіяльності». При підготовці використано останні навчально-методичні матеріали з дисципліни «Безпека життєдіяльності», рекомендовані МОН України [4; 6; 11; 15; 19].

МОДУЛЬ 1

Теоретичні основи безпеки життєдіяльності. Людина як елемент системи «людина – середовище»

РОБОТА № 1. З'ясування загальних закономірностей адаптації організму людини до різних умов середовища. Оцінка впливу низьких температур на організм людини

Мета роботи: визначити адаптивні можливості до низьких температур у студентів із різних кліматичних зон чи різного соціального походження.

Оснащення: лід, вода, секундомір, апарат для вимірювання артеріального тиску, кристалізатор.

Теоретичні відомості

Адаптація – комплекс реакцій живого організму, реалізація яких призводить до здатності протистояти змінюваним умовам довкілля. Кінцева стадія адаптивного процесу – видоутворення.

Фази розвитку процесу адаптації людини до навколишнього середовища

Для проходження всіх фаз адаптації організму людини потрібен певний час. Швидкість і успішність цього процесу зумовлюються індивідуальними особливостями, станом здоров'я людини.

1. *«Аварійна» фаза.* Відбувається на фоні підвищеної емоційності. Виникає і розвивається на початку дії фізіологічного, патогенного (хвороботворного) факторів або внаслідок зміни умов довкілля. Першими реагують на це центральна нервова система, гуморальна система (насамперед, синтез адреналіну), системи кровообігу і дихання. Синтез адреналіну необхідний для забезпечення організму необхідною енергією. Такі попереджувальні дії є реакціями *«випереджувального»* збудження.

В аварійній фазі активність систем організму є некоординованою, містить елементи хаотичності. Загалом ця активність полягає в розпізнаванні нового зовнішнього фактора, пошуку форм і способів пристосування до нього. Тому відбувається вона на фоні підвищеної

емоційності, а її зміст залежить від індивідуальних особливостей організму, сили подразнень.

2. *Перехідна до стійкої адаптації* фаза. Характеризується зниженням загальної збудженості центральної нервової системи, формуванням функціональних систем, що забезпечують управління адаптацією до нових умов.

3. Фаза *стійкої адаптації* (резистентності). Суть її полягає у пристосуванні тканинних систем і елементів до нових умов існування. Основними особливостями цієї фази є мобілізація енергетичних ресурсів, підвищений синтез структурних і ферментативних білків, мобілізація імунної системи. Усі механізми управління організмом діють на цій фазі скоординовано, але цю діяльність неможливо вважати абсолютно стабільною. У процесі розвитку організму на цій стадії можливі відхилення, спричинені дією різноманітних сторонніх факторів.

Хід роботи

Фізіологічні механізми адаптації організму до низьких температур можна досліджувати за допомогою простої проби – опускання руки у воду з льодом. Ця проба дозволяє також визначити адаптивну реакцію організму на інтенсивний холододовий вплив.

1. У досліджуваного, котрий спокійно сидить на стільці, вимірюють систолічний та діастолічний тиск, пульс.

2. Кисть руки розміщують на 1 хвилину у воду з температурою 0° С. Через 30-60 сек вимірюють тиск, пульс. Після того як виймуть руку з води, виміри здійснюють кожної хвилини, доки величини не повернуться до вихідного рівня. Відмічають зміни кольору лица і рук досліджуваного.

3. У молодих людей систолічний тиск під час експерименту може підвищуватись на 20-30 мм рт. ст. Люди, які звикли до холодного клімату, демонструють менш значну реакцію і відчують менш сильний біль.

Приклад

У студента, який народився і виріс за умов низьких середньорічних температур, при розміщенні руки у холодну воду спостерігали підвищення частоти пульсу на 10 %, підвищення систолічного тиску – на 10 мм рт. ст., а у студента, який народився і виріс за умов жаркого клімату, – відповідно на 34 % і 25 мм рт. ст.; у останнього також відмічали затримку дихання, поблідіння шкіри, що зумовлено різким звуженням поверхнево розміщених кровоносних судин.

Завдання

1. Проведіть дослідження у 3-4 студентів, які народились у різних кліматичних умовах, а також у тих, хто мешкає у різних за соціальним статусом сім'ях.
2. Побудуйте графіки чи гістограми за усіма отриманими результатами.
3. Зробіть висновок щодо впливу клімато-географічних та соціальних факторів на адаптивні можливості організму.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняттю «фізіологічна адаптація».
2. Охарактеризуйте напрями адаптації людини.
3. Охарактеризуйте групи адаптаційних процесів.
4. Охарактеризуйте форми адаптаційних процесів.
5. На які групи поділяють адаптогенні фактори? Охарактеризуйте дані групи та фактори, що до них входять.
6. Охарактеризуйте фази розвитку адаптації людини до факторів навколишнього середовища.
7. Охарактеризуйте адаптивні процеси при дії високих та низьких температур.
8. Яким чином відбувається адаптація людського організму до режиму рухової активності?
9. Яким чином відбувається адаптація людського організму до гіпоксії?

Література

1. Безопасность жизнедеятельности : [учебник] / Под ред. проф. Э. А. Арустамова. – [10-е изд., перераб. и доп.]. – М., 2006. – 476 с.
2. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництв, побуту та у надзвичайних ситуаціях / [Захарченко М. В., Орлов В. М., Голубев А. К., Тітенко В. Ф.]. – Київ, 2006. – 160 с.
3. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.
4. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.

РОБОТА № 2. Розрахунок хронометражу енерговитрат задля усунення психофізіологічних небезпек

Мета роботи: засвоїти методику визначення енерговитрат людини за допомогою хронометражно-табличного методу. Розрахувати приблизний добовий хронометраж енерговитрат людей певної професії, зайнятих при виконанні конкретної фізичної чи розумової роботи.

Теоретичні відомості

Основний обмін – це показник інтенсивності теплопродукції, яка зумовлена діяльністю внутрішніх органів та необхідністю забезпечення певного м'язового тону. Визначається в таких умовах:

- у стані абсолютного спокою;
- не менш ніж через 14 годин після останнього прийому їжі;
- у положенні лежачи;
- за кімнатної температури.

Слід підкреслити, що величина основного обміну знаходиться у тісній залежності від *віку, статі, росту та маси тіла* людини.

За величиною основного обміну визначають другу складову добових енерговитрат – *енерговитрати, що пов'язані зі специфічно-динамічною дією їжі*. При споживанні їжі з переважним вмістом вуглеводів енергія специфічно-динамічної дії складає 4-7 % від величини основного обміну, при споживанні їжі з переважним вмістом жирів – 4-17 %, при споживанні їжі з переважним вмістом білків – 30-40 %. Проте під час використання традиційних змішаних раціонів харчування величина цих енерговитрат, як правило, коливається у межах від 10 до 15 %.

Третю складову добових енерговитрат – *енерговитрати, що зумовлені нервово-м'язовою діяльністю та руховою активністю* – визначають за допомогою даних, які наведено у таблиці 4. При цьому слід звернути увагу на те, в яких одиницях (ккал/хв або кДж/хв на 1 кг маси тіла) виражена їх величина у таблиці, а також на те, чи включають вони у свою структуру основний обмін.

Хід роботи

Три основні складові добових енерговитрат:

- 1) величина основного обміну;
- 2) енерговитрати, які пов'язані зі специфічно-динамічною дією їжі (у середньому 10 % від основного обміну);
- 3) енерговитрати, що зумовлені виконанням певної роботи (розумової чи фізичної).

Таблиця 1

Енерговитрати людей під час розумової чи фізичної діяльності у виробничій та побутовій сферах

№ з/п	Вид діяльності	Енерговитрати, кКал/год
1	2	3
а)	У домашніх умовах:	
1	– сон і відпочинок у ліжку	65-77
2	– відпочинок сидячи	85-106
3	– сніданок, обід, вечеря	99-103
4	– особиста гігієна (ранковий і вечірній туалет)	102-144
5	– читання, домашнє навчання	90-112
6	– прибирання, прання тощо	до 270
7	– приготування їжі	190-230
8	– прогулянка	157-165
9	– вранішні або вечірні фізичні вправи	230-400
б)	Між побутовою та виробничою сферами:	
1	– дорога на роботу	112-120
2	– повернення додому	112-120
в)	Розумова діяльність:	
1	– спокійне читання	до 110
2	– навчання, самопідготовка	до 111
3	– слухання лекцій сидячи	90-112
4	– писання	102-112
5	– друкування	120-144
6	– робота з комп'ютером	115
7	– читання лекцій у великій аудиторії	140-270
8	– бесіда стоячи	112
9	– бесіда сидячи	106
10	– підготовка та прийняття відповідальних рішень	270-400
г)	Фізична діяльність	
1	– робітники прокатного цеху	275-325
2	– робітники ливарного цеху	280-375
3	– бетонник	360-390
4	– маляр	270
5	– тесляр	207-246
6	– цегельник	220-400
7	– електрик	190-220
8	– прибиральниця	240-270
9	– бармен	160-190
10	– покоївка	140-170
11	– водій трамваю	230-350
12	– водій автомобіля	240-370
13	– зуботехнік	190-210

Таблиця 2

**Перелік професій, що пов'язані із здійсненням
фізичної або розумової діяльності**

№ варіанта	Перелік професій
1	Викладач
2	Секретарка
3	Маляр
4	Тесляр
5	Цегельник
6	Електрик
7	Бухгалтер
8	Головний спеціаліст-плановик
9	Прибиральниця
10	Бармен
11	Покоївка
12	Адміністратор готелю
13	Головний інженер машинобудівного заводу
14	Ливарник
15	Обрубник литва
16	Формувальник опок для литва
17	Начальник ливарного цеху
18	Бетонник
19	Головний спеціаліст райдержадміністрації
20	Інженер-конструктор
21	Архітектор
22	Власник готелю
23	Електромонтер
24	Водій трамваю
25	Водій автомобіля
26	Диспетчер автобазу
27	Диспетчер трамвайного депо
28	Лікар-терапевт
29	Лікар-невропатолог
30	Зуботехнік
31	Інженер-будівельник
32	Дільничний інспектор міліції
33	Суддя районного суду
34	Народний депутат України

Приклад складання приблизного добового хронометражу енерговитрат
для студента:

Таблиця 3

**Приблизний добовий хронометраж
енерговитрат для студента**

№ з/п	Вид діяльності протягом доби	Витрати часу, год, хв	Нормативна енерговитрата, кКал/год	Енерговитрата за видом діяльності, кКал
1	Нічний сон	7 год	77	539
2	Ранковий туалет	40 хв	144	101
3	Сніданок	20 хв	103	34
4	Дорога до академії	1 год	120	120
5	Слухання та конспектування лекцій	3 год	112	336
6	Практична робота з комп'ютером	1,5 год	115	173
7	Повернення додому	1 год	120	120
8	Обід	30 хв	103	52
9	Домашнє навчання	3 год	111	333
10	Фізичні вправи (тренажерний зал, басейн)	2 год	400	800
11	Вечеря	30 хв	103	52
12	Перегляд телевізора	1 год	106	106
13	Читання художньої літератури або газет	2 год	90	180
14	Вечірній туалет	30 хв	102	51
15	Разом за добу	24 год		2997

Завдання

- Використовуючи дані таблиці 1 за видами діяльності та енерговитратами, скласти приблизний добовий хронометраж енерговитрат людей (з розрахунку на масу тіла у 70 кг) певної професії, згідно з індивідуальним варіантом (табл. 2), зайнятих при виконанні конкретної фізичної чи розумової роботи (приклад наведено у табл. 3).
- Провести хронометраж робочого дня студента, визначити власні енерговитрати студента за добу. Заповнити «Хронометражний лист» за наведеною нижче схемою, послідовно занотовуючи впродовж дня всі види власної діяльності, що виконувались, та тривалість кожної з них (табл. 3), а також розрахувати величину добових енерговитрат

Таблиця 4

ХРОНОМЕТРАЖНИЙ ЛИСТ (зразок)

Прізвище, ім'я та по батькові _____

Курс _____ Група _____ Дата _____

Вік _____ Стать _____ Ріст _____ Маса тіла _____

№ з/п	Вид діяльності	Початок-кінець	Енерговитрати, ккал/хв	Енерговитрати, кКал
1	Підйом, прибирання постелі	7,00-7,15		
2	Ранкова гімнастика	7,15-7,20		
3	Ранковий туалет	7,20-7,45		
4	Приготування їжі	7,45-8,00		
5	Сніданок	8,00-8,15		
6	Одягання	8,15-8,25		
7	Дорога в університет	8,25-8,45		
8	Лекція	8,45-9,30		
9	Перерва	9,30-9,40		
10	Лекція	9,40-10,25		
11	Дорога в клініку (їзда в транспорті)	10,25-10,55		
12	Практичне заняття	10,55-12,25		
13	Дорога в університет (їзда в транспорті)	12,25-12,45		
14	Обід	12,45-13,05		
15	Лекція	13,05-13,50		
16	Перерва	13,50-14,00		
17	Лекція	14,00-14,45		
18	Дорога в клініку (пішки)	14,45-15,15		
19	Практичне заняття	15,15-16,45		
20	Дорога додому	16,45-17,15		
21	Роздягання	17,15-17,25		
22	Приготування їжі	17,25-17,45		
23	Вечеря	17,45-18,15		
24	Відпочинок (сидячи)	18,15-18,30		
25	Підготовка до занять	18,30-19,15		
26	Робота по дому	19,15-20,00		
27	Вечеря	20,00-20,30		
28	Прогулянка	20,30-21,30		
29	Підготовка до занять	21,30-22,15		
30	Перегляд телевізійних передач	22,15-22,40		
31	Особиста гігієна	22,40-23,00		
32	Сон	23,00-7,00		
	Усього на кг маси тіла			
	Усього у перерахунку на масу тіла			

Таблиця 5

**Витрати енергії при різних видах діяльності
(включаючи основний обмін)**

Види діяльності	Енерговитрати, ккал/хв на 1 кг маси	Енерговитрати, кДж/хв на 1 кг маси	Вид діяльності	Енерговитрати, ккал/хв на 1 кг маси	Енерговитрати, кДж/хв на 1 кг маси
Біг зі швидкістю 180 м/хв	0,1780	0,7440	Робота в лабораторії	0,0360	0,1540
Біг зі швидкістю 8 км/год	0,1357	0,5672	Їзда на автомашині	0,0267	0,1116
Бесіда стоячи	0,0267	0,1116	Миття посуду	0,0343	0,1434
Бесіда сидячи	0,0252	0,1053	Миття підлоги	0,0548	0,2291
Витирання пилу	0,0411	0,1718	Відпочинок стоячи	0,0264	0,1104
Гімнастика, вільні рухи	0,0845	0,3532	Відпочинок сидячи	0,0229	0,1250
Одягання та роздягання	0,0281	0,1175	Плавання	0,1190	0,4974
Прасування білизни	0,0323	0,1350	Друкування на машинці	0,0333	0,1392
Приймання їжі сидячи	0,0236	0,0986	Сон	0,0155	0,0651
Підмітання підлоги	0,0402	0,1680	Робота лікаря-хірурга (операція)	0,0266	0,1112
Домашня робота	0,0530	0,2215	Робота на ЕОМ, лічильній машинці	0,0247	0,1032
Прослуховування лекцій	0,0243	0,1015	Перерва	0,0258	0,1078
Підготовка до занять	0,0455	0,1902	Відпочинок лежачи (без сну)	0,0183	0,0765
Ходьба асфальтованою дорогою	0,0597	0,2500	Прибирання постелі	0,0329	0,1375
Умивання (до поясу)	0,0504	0,2106	Приймання душу	0,0570	0,2383

Контрольні запитання

1. Наведіть методи визначення енерговитрат людини.
2. Що таке коефіцієнт фізичної активності?
3. Яка різниця у фізичній і розумовій діяльності з точки зору енергетичних витрат?
4. Що таке статична й динамічна робота? Яка між ними різниця?
5. Які фактори впливають на продуктивність праці?

6. В яких одиницях вимірюються енергетичні витрати людини під час тієї чи іншої діяльності?

Література

1. Безопасность жизнедеятельности : [учебник] / Под ред. проф. Э. А. Арустамова. – [10-е изд., перераб. и доп.]. – М., 2006. – 476 с.
2. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництв, побуту та у надзвичайних ситуаціях / [Захарченко М. В., Орлов В. М., Голубев А. К., Тітенко В. Ф.]. – Київ, 2006. – 160 с.
3. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.
4. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.

РОБОТА № 3. Дослідження біоритмів людини задля усунення їхнього впливу в умовах небезпек

Мета роботи: оволодіти методиками дослідження біоритмів (БР) людини і розрахунку критичних та сприятливих періодів в індивідуальних річних циклах.

Теоретичні відомості

Усе життя людини, стан окремих її органів і клітин підпорядковані закономірностям ритмічних коливань. Це успадкована властивість організму. Вона проявляється в чергуванні посилення і послаблення інтенсивності всіх процесів життєдіяльності (обміну речовин, розвитку, мислення та ін.).

Хронологічна залежність стану організму зумовлює ритмічні зміни фізичних та психічних можливостей людини. Такі періоди можуть суттєво впливати на поведінку людини в умовах небезпек, відігравати значну роль у виникненні нещасних випадків, прийнятті невважених рішень, тому для підвищення рівня індивідуальної захищеності людини від різних небезпек необхідно мати інформацію про її біоритми.

Сезонні біоритми (СБР) – це близькорічні коливання показників гомеостазу організму, що викликаються сезонними змінами

зовнішнього середовища, у першу чергу через зміни тривалості дня-ночі, зміни температури і зміни спектра харчування.

В ендогенному річному циклі людини, окрім СБР, є внутрішньорічні індивідуальні біоритми (ВБР). Іншими словами, у кожного свій індивідуальний (ендогенний) рік. Він не залежить від календарного року. У людей із різними ендогенними річними циклами спостерігаються біоритмологічні відмінності у коливаннях пульсу, температури тіла, електричної активності мозку та ін. Енцефалограми вказують на наявність індивідуальних «піків» електричної активності мозку з періодом 365 діб. У жінок додатково виявлено ще один «пік», який з'являється кожні 410 діб.

Перший річний ендогенний цикл починається з дати запліднення і завершується через три місяці після народження дитини.

Хід роботи

1. Вивчити загальні положення теорії біоритмів (БР) щодо фізичного, емоційного та інтелектуального циклів. Усвідомити, що з віком та під впливом стресорів може відбутися зсування та перебудова БР, зміна їх конфігурації. Це має вносити певні неточності у разі їх обчислення.

2. Ознайомитися з теоретичними положеннями щодо сезонних, внутрішньорічних і багаторічних біоритмів.

3. Перевірити якість опанування теоретичним матеріалом, відповівши на контрольні запитання (самостійно або під керівництвом викладача).

4. Розрахувати критичні дні фізичного, емоційного й інтелектуального циклів та їх фазу на вказаний викладачем день (завдання 1).

5. Визначити свій рівень схильності до сезонних змін самопочуття і працездатності (завдання 2).

6. Встановити свої критичні періоди в індивідуальних річних циклах.

7. Проаналізувати результати досліджень і навести рекомендації щодо профілактики негативних змін у самопочутті і працездатності, пов'язаних із біоритмологічними змінами в організмі.

8. Скласти звіт.

1. Практичні завдання та послідовність їх виконання

1.1. Дослідження місячних біоритмів

Дослідження МБР – фізичного (з періодом 23 дні), емоційного (з періодом 28 днів) й інтелектуального (з періодом 33 дні) містить:

- визначення дати критичних днів для кожного з них;
- розрахунок фази МБР, яка припадає на обраний день.

Критичним днем є дата, що відповідає повному періоду МБР, який досліджується, починаючи з дати народження. Фазі циклу відповідає залишок від ділення кількості прожитих днів на тривалість періоду. Дослідження згаданих МБР можна виконати за допомогою комп'ютерної програми або розрахувати самостійно.

У останньому випадку роботу слід виконувати у *такій послідовності*:

- а) Розрахуйте кількість повністю прожитих років за формулою:

$$H = (B - C) - 1, \quad (1)$$

де H – кількість повністю прожитих років;

B – рік на час дослідження МБР;

C – рік народження.

б) Встановіть кількість високосних років серед повністю прожитих років (табл. 1). Високосними вважають ті роки, які діляться без залишку на чотири, крім років, які закінчуються двома нулями і не діляться на 400.

Таблиця 1

Високосні роки з 1956 до 2012 і кількість днів у місяцях року

Високосні роки			Місяць	Кількість днів	Місяць	Кількість днів
1956	1976	1996	Січень	31	Липень	31
1960	1980	2000	Лютий	28 (29)	Серпень	31
1964	1984	2004	Березень	31	Вересень	30
1968	1988	2008	Квітень	30	Жовтень	31
1972	1992	2012	Травень	31	Листопад	30
			Червень	30	Грудень	31

в) Встановіть кількість прожитих днів у рік народження і в поточному році до заданої дати.

- г) Розрахуйте загальну кількість прожитих днів за формулою:

$$D = [365 \cdot H - L] + (366 \cdot L) + R + T, \quad (2)$$

де D – загальна кількість прожитих днів;

H – кількість повністю прожитих років;

L – кількість високосних років;

R – кількість прожитих днів у рік народження;

T – кількість прожитих днів у поточному році до заданої дати.

д) Розрахуйте частку ($N_{1...3}$) від ділення загальної кількості прожитих днів на період досліджуваного МБР:

– для фізичного МБР: $N_1 = \frac{D}{23}$; (3)

– для емоційного МБР: $N_2 = \frac{D}{28}$; (4)

– для інтелектуального МБР: $N_3 = \frac{D}{33}$. (5)

Ціле число отриманої частки відповідає кількості повних періодів досліджуваного МБР, залишок – кількості днів від початку останнього періоду до заданої дати. Тому перший критичний день від заданої дати може бути знайдений шляхом додавання до цієї дати різниці діб між періодом МБР і залишком. Наступні критичні дні можна розрахувати шляхом додавання до знайденої дати періоду МБР, що вивчається.

е) Встановіть дати першого і наступного критичних днів для МБР, що вивчається.

При цьому необхідно пам'ятати, що у зв'язку з дрейфом МБР, який зумовлений віком і впливом стресорів, а також округленнями при розрахунках, дата критичних днів не може бути визначена абсолютно точно. Розбіжності можуть складати кілька діб. Також небезпечними для життєдіяльності можуть бути і найближчі до критичних дні. Тому доцільно встановлювати не окрему критичну дату, а зону підвищеного ризику життєдіяльності, яка охоплює як день, що передує критичному, так і наступний за критичним день.

е) Визначте фазу МБР. Вона буде відповідати залишку, отриманому при розрахунку кількості повних періодів досліджуваного МБР.

з) Результати запишіть у вигляді таблиці 1.2.

Приклад 1.

Ваша дата народження 29 січня 1990 року. Ви досліджуєте всі свої МБР на 11 листопада 2011 року.

Розрахуємо за формулою (1) кількість повністю прожитих вами років.

$$H = (2011 - 1990) - 1 = 20 \text{ (років)}$$

Встановімо за табл. 1.1 кількість високосних років у числі повністю прожитих. Їх число дорівнює 6.

Визначимо кількість днів, що прожиті в рік народження. Ви народилися 29 січня, тобто в рік народження прожили:

$$R = 3 + 29 + (6 \cdot 31) + (4 \cdot 30) = 338 \text{ (днів)}$$

Визначимо кількість прожитих днів у поточному році до заданої дати. Ви досліджуєте МБР на 11 листопада 2011 року. На цей час ви прожили шість місяців з 31 днем, три місяці з 30 днями і один місяць

тривалістю 28 днів, а також 11 днів до заданої дати. Отже, кількість прожитих днів у поточному році до заданої дати дорівнює:

$$T = (6 \cdot 31) + (3 \cdot 30) + (1 \cdot 28) + 11 = 315 \text{ (днів)}$$

Розрахуємо загальну кількість прожитих днів за формулою (2).

$$D = [365 + (20 - 6)] + (366 \cdot 6) + 338 + 315 = 7959 \text{ (днів)}$$

Розрахуємо частку від ділення загальної кількості прожитих днів на період МБР і встановимо перші критичні дні після заданої дати.

$$\text{Для фізичного МБР: } N_1 = 7959/23 = 346,04 \approx 346,0.$$

$$\text{Для емоційного МБР: } N_2 = 7959/28 = 284,30 \approx 284,3.$$

$$\text{Для інтелектуального МБР: } N_3 = 7959/33 = 241,18 \approx 241,2.$$

Таким чином, на час дослідження (11 листопада 2011 року) пройшло 346 повних періоди фізичного, 284 емоційного і 241 інтелектуального циклів. Отже, залишок для фізичного МБР дорівнює $(23 \cdot 0)$ 0 днів, емоційного – $(28 \cdot 0,3)$ 8 днів, інтелектуального – $(33 \cdot 0,2)$ 7 днів. Критичний день для фізичного МБР настане через $(23 - 0)$ 23 дні, емоційного – $(28 - 8)$ 20 днів, інтелектуального $(33 - 7)$ 26 днів. Це буде відповідати таким датам: для фізичного МБР першим критичним днем після заданої дати буде (11 листопада + 23 дні) 4 грудня, емоційного – (11 листопада + 20 днів) 1 грудня, інтелектуального – (11 листопада + 26 днів) 7 грудня.

Визначимо фазу МБР. Для фізичного МБР на 11 листопада 2001 року буде нульовий день циклу, для емоційного – 8 день циклу, а інтелектуального – 7 день циклу. Це відповідає критичному дню фізичного і позитивним фазам емоційного та інтелектуального МБР.

Запишемо результати дослідження згідно з таблицею 1.2.

Таблиця 1.2

Результати дослідження місячних біоритмів МБР, що досліджується

МБР, що досліджується	Дата дослідження	Дата народження	Кількість прожитих днів	Кількість повних періодів МБР	Залишок, днів	Дата критичного дня	Фаза МБР
1	2	3	4	5	6	7	8
Фізичний	11.11.11	29.01.90	346	7959	0	04.12.11	Критична
Емоційний			284	7959	8	01.12.11	Позитивна
Інтелектуальний			242	7959	7	07.12.11	Позитивна

1.2. Визначення схильності до сезонної депресії

Роботу слід виконувати у такій послідовності.

1. Вивчіть анкету і випишіть номер показника життєдіяльності і бали, які відповідають його змінам за сезонами, у лабораторний зошит.

2. Визначте рівень труднощів, викликаних цими змінами. Для цього зі слів «ніяких», «невеликі», «примітні», «виводять зі строю» виберіть найпридатніше (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Оцінка рівня сезонного афективного розладу (САР)

№ з/п	Сума балів	Рівень труднощів, які викликані сезонами року	Оцінка рівня САР
1	0	Ніяких	Відсутність САР
2	1-8	Помітні або такі, що виводять зі строю	Низький
3	9-10	Помітні або такі, що виводять зі строю	Субсиндром САР
4	11 і більше	Відсутність помітних труднощів	Субсиндром САР
5	11 і більше	Помітні або такі, що виводять зі строю	Високий рівень САР

3. Підрахуйте суму балів, що оцінює показники життєдіяльності.

4. Порівняйте їх зі значеннями, які вказані у табл. 1.4, і встановіть рівень сезонного афективного розладу (САР).

Таблиця 1.4

Анкета з визначення індивідуальної схильності до сезонної депресії

№ з/п	Показник життєдіяльності	Бали		
		не змінюється	слабо змінюється	сильно змінюється
1	Тривалість сну	0	1	2
2	Товариськість	0	1	2
3	Настрій	0	1	2
4	Самопочуття	0	1	2
5	Активність	0	1	2
6	Вага	0	1	2
7	Апетит	0	1	2

5. Результати запишіть до таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Результати визначення індивідуальної схильності до сезонної депресії

Сума балів	Рівень труднощів, які викликані сезонами року	Рівень САР

1.3. Встановлення критичних і сприятливих періодів у індивідуальних річних циклах

Оснащення: календар.

Роботу виконують у такий послідовності.

1. Використовуючи календар, встановіть, якому періоду календарного року відповідає дванадцятий місяць «індивідуального» року. Цей період є критичним для вашої життєдіяльності, в якому необхідно бути особливо уважним до свого здоров'я, режиму праці і відпочинку. Це ваша «зона ризику».

2. Аналогічно встановіть, якому періоду календарного року відповідає перший місяць вашого «індивідуального» року. Цей період буде для вас найсприятливішим, який відзначається підняттям психічних і фізичних можливостей. Це ваш «зірковий час».

3. Встановіть дати календарного року, що відповідають дев'ятому, десятому й одинадцятому місяцям «індивідуального» року. Це також сприятливі зони вашого річного циклу.

4. Результати запишіть до таблиці 1.6. При цьому пам'ятайте про відносність встановлених дат, тому що «зона ризику» може охоплювати не весь дванадцятий місяць.

Таблиця 1.6

Результати встановлення критичних і сприятливих періодів в індивідуальних річних циклах

№ з/п	Місяць календарного року, що відповідає в «індивідуальному» році періоду/місяцю					Висновок
	Критичний період	«Зірковий час»	Сприятливий період			
	12-му	1-му	9-му	10-му	11-му	
						Критичний період з ____ до ____ (дати) «Зірковий час» з ____ до ____ (дати) Сприятливий період з ____ до ____ (дати)

Приклад 2.

Дата вашого народження 20 березня. Визначте свої критичні і сприятливі періоди. Критичним періодом є місяць перед датою народження. Отже, для вас він триває з 20 лютого до 20 березня. З 21 березня до 20 квітня – найсприятливіший період вашого річного циклу.

1.4. Звіт

У звіті вказують:

- назву роботи;
- мету;
- назву завдання;
- обладнання і матеріали, які були використані в роботі;
- результати проведених досліджень;
- висновки.

Контрольні запитання

1. Вкажіть головні положення теорії місячних біоритмів.
2. Як різні періоди місячних біоритмів впливають на життєдіяльність людини?
3. Які дні місячних біоритмів вважаються критичними?
4. Як можуть бути використані дані про місячні біоритми у виробничій діяльності людини й у побуті?
5. Що таке сезонні біоритми? Наведіть приклади.
6. У чому полягає різниця між «біологічним», «індивідуальним» і календарним роками?
7. Що таке критичний період ендогенного року?
8. Яка його роль у житті людини?
9. Коли виникнення сезонного афективного розладу (САР) найбільш імовірне?
10. Які типи багаторічних біоритмів ви знаєте?

Література

1. Доскин В. А. Ритмы жизни / В. А. Доскин, Н. А. Лаврентьев. – [2-е изд. перераб. и доп.]. – М. : Медицина, 2001. – 176 с.
2. Лапко А. В. Климат и здоровье (метеотропные реакции сердечно-сосудистой системы) / А. В. Лапко, Л. С. Поликарпов. – Новосибирск : ВО «Наука», 2004. – 104 с.
3. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького – Х. : Факт, 2005. – 168 с.
4. Хоромський Л. М. Біоритми органів людини / Л. М. Хоромський, Р. В. Свистун. – Т. : ТДМУ «Укрмедкнига», 2005. – 220 с.
5. Ужегов Г. Биоритмы на каждый день / Г. Ужегов. – М. : Агентство «ФАИР», 2007. – 608 с.

РОБОТА № 4. Визначення рівня метеочутливості людини

Мета роботи: навчитися визначати рівень впливу погодних умов на працездатність людини та ознайомитися із заходами та засобами попередження метеотропних реакцій.

Теоретичні відомості

До погодно-метеорологічних факторів належать температура повітря, атмосферний тиск, вологість повітря, хмарність, опади, вітер, а також електричний стан атмосфери. Особливе місце займають зміни електромагнітного поля Землі – магнітні бурі.

Характер впливу на людину погоди класифікують за реакціями на погодно-метеорологічні фактори, що виникають у організмі. Залежно від сприятливої або несприятливої дії на організм людини, розрізняють погоду від нульового балу (абсолютно комфортна погода) до п'ятибальної (надзвичайно дискомфортна). Комфортний тип погоди складає від 4 до 36 %, а несприятливий – від 32 до 48 % кількості днів на рік.

Рівень патогенної дії погоди, тобто такої дії, що викликає порушення нормального стану людини, встановлюють на підставі загального індексу патогенності погоди. Він визначається як сума складових індексів патогенності за окремими показниками:

$$J = i_t + i_h + i_v + i_{\Delta p} + i_{\Delta t}, \quad (1)$$

де J – загальний індекс патогенності;

i_t – індекс патогенності температури повітря;

i_h – індекс патогенності вологості;

i_v – індекс патогенності швидкості вітру;

$i_{\Delta p}$ – індекс патогенності зміни атмосферного тиску;

$i_{\Delta t}$ – індекс патогенності зміни температури повітря.

Складові індекси патогенності розраховують за такими формулами.

Індекс патогенності температури повітря:

$$i_t = 0,2 (18 - t)^2 \text{ при } t \leq 18, \quad (2)$$

$$i_t = 0,2 (t - 18)^2 \text{ при } t \geq 18, \quad (3)$$

де t – середня добова температура повітря в °С.

Індекс патогенності вологості:

$$i_h = 10 \cdot (h - 70) / 20, \quad (4)$$

де h – середня добова відносна вологість повітря у %.

Індекс патогенності швидкості вітру:

$$i_v = 0,2 \cdot v^2, \quad (5)$$

де v – середня добова швидкість вітру в м/с.

Індекс патогенності зміни атмосферного тиску:

$$i_{\Delta p} = 0,06 (\Delta p)^2, \quad (6)$$

де Δp – міждобова зміна середнього добового атмосферного тиску в мм рт. ст./доб.

Індекс патогенності зміни температури повітря:

$$i_{\Delta t} = 0,3 (\Delta t)^2, \quad (7)$$

де Δt – міждобова зміна середньодобової температури повітря в °С/доб.

Класифікують патогенну дію погоди за шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала патогенності погоди

Значення J	Оцінка патогенності погоди
0-9	Оптимальна
10-24	Подразнювальна
25 і більше	Гостра

Рівень подразнювальної дії погоди встановлюють із співвідношення:

$$R = 0,6 \cdot J, \quad (8)$$

де R – рівень подразнювальної дії погоди;

J – загальний індекс патогенності.

Для оцінки комплексної дії погодно-метеорологічних факторів на організм людини використовують коефіцієнт несприятливості погоди (S):

$$S = (1 - 0,006 t) \cdot (1 + 0,272 v) \cdot K_v \cdot K_a, \quad (9)$$

де S – несприятливість погоди за добу, бали;

t – середня добова температура повітря, °С;

v – середньодобова швидкість вітру, м/с;

K_v – коефіцієнт відносної вологості повітря, який дорівнює:

- 0,9 – при вологості менше 60 %;
- 0,95 – при вологості 61-70 %;
- 1,0 – при вологості 71-80 %;
- 1,05 – при вологості 81-90 %;
- 1,1 – при вологості більше за 90 %;

K_a – коефіцієнт, що враховує роль добової мінливості температури повітря, дорівнює:

- 0,85 – при температурі до 4 °С;
- 0,90 – при температурі від 4,1 °С до 6 °С;
- 0,95 – при температурі від 6,1 °С до 8 °С;
- 1,00 – при температурі від 8,1 °С до 10 °С;

- 1,05 – при температурі від 10,1 °С до 12 °С;
- 1,10 – при температурі від 12,1 °С до 14 °С;
- 1,15 – при температурі від 14,1 °С до 16 °С;
- 1,20 – при температурі від 16,1 °С до 18 °С;
- 1,25 – при температурі більше 18 °С.

Чим вищим є значення коефіцієнта несприятливості погоди S , тим значнішими будуть порушення фізіологічних систем організму, тим сильнішим буде вплив погодно-метеорологічних факторів на організм людини.

За рівнем прояву метеопатичні реакції поділяють на три групи:

1 – слабо виражені реакції, що характеризуються переважно суб'єктивними симптомами без явищ інтоксикації;

2 – середньо виражені реакції: до об'єктивних симптомів приєднуються явища інтоксикації, підвищена температура протягом 3-5 днів;

3 – сильно виражені реакції, які проявляються у гіпертонічних кризах, приступах стенокардії, астмоїдних станах і ін.

Реакції організму на дію погодно-метеорологічних факторів зумовлені змінами стану вегетативної нервової системи. Для оцінки її функціонального стану використовують вегетативний індекс Керде. Він є похідним від тиску і частоти серцевих скорочень і розраховується за формулою:

$$K = (1 - d / p) \cdot 100, \quad (10)$$

де d – артеріальний діастолічний тиск, мм рт. ст.;

p – частота серцевих скорочень, ударів за хвилину.

У нормі відношення $d / p \approx 1$, а вегетативний індекс близький до нуля. У разі переваги тону парасимпатичної частини вегетативної нервової системи індекс має від'ємне значення. У разі переваги тону симпатичної частини вегетативної нервової системи – позитивне. Чим більшим є відхилення, тим більше виражена перевага однієї з частин вегетативної нервової системи і тим більшою є метеочутливість людини.

Практичні завдання та послідовність їх виконання

Завдання 1. Визначити рівень патогенності погоди та її подразнювальну дію, оцінити комплексний вплив погодно-метеорологічних факторів на організм людини.

Роботу необхідно виконувати у такій послідовності.

1. Записати у табл. 2 дані про погодно-метеорологічні фактори, які зачитує викладач.

Таблиця 2

Погодно-метеорологічні фактори

Найменування фактора	Значення фактора								Міждобова різниця
	За попередній день _____ (дата)			Середньодобове	На день експерименту _____ (дата)			Середньодобове	
	Виміри				Виміри				
	1	2	3		1	2	3		
Температура, °C									
Швидкість вітру, м/с									
Вологість повітря, %									
Атмосферний тиск, мм рт.ст.									

1. Розрахувати значення середньодобової температури, вологості, швидкості вітру, атмосферного тиску.

2. Розрахувати значення міждобової зміни атмосферного тиску і температури.

3. Розрахувати за формулами (2-7) індекси патогенності температури, вологості, швидкості вітру, зміни атмосферного тиску і зміни температури.

4. Розрахувати на підставі складових індексів патогенності загальний індекс патогенності погоди.

5. На підставі визначених величин загального індексу патогенності виконати оцінку патогенної дії погоди на організм людини за шкалою (табл. 1).

6. Визначити за формулою (8) рівень подразнювальної дії погоди.

7. Розрахувати за формулою (9) коефіцієнт несприятливості погоди та зробити оцінку комплексної дії погодно-метеорологічних факторів на організм людини.

8. Результати занести до таблиці 3.

Висновок: _____, погода виявляє _____ дію (рівень патогенності)

Таблиця 3

**Визначення рівня патогенності,
подрознювальної дії та жорсткості погоди**

Складові індекси патогенності					Загальний індекс патогенності погоди, J	Ступінь подрознювальної дії погоди, R	Рівень патогенності погоди (оптимальна подрознювальна або гостра)	Коефіцієнт жорсткості погоди, S
Температура повітря, i_t	Вологість повітря, i_h	Швидкість вітру, i_v	Зміни температури повітря, $i_{\Delta t}$	Зміни атмосферного тиску, $i_{\Delta p}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Контрольні запитання

1. Що таке погода? Що розуміється під поняттям «погодно-метеорологічні фактори»?
2. За рахунок чого відбуваються зміни погоди? Які бувають типи погоди?
3. Які показники використовують для кількісної оцінки несприятливої дії погоди на організм людини?
4. У чому проявляються реакції організму людини на зміни погоди?
5. Як впливає погода на розумову та фізичну працездатність людини?
6. Що таке метеочутливість людини?
7. Чим метеочутливість відрізняється від метеопатичних реакцій?
8. У чому полягає метод визначення метеочутливості людини?
9. Які основні напрямки профілактики метеотропних реакцій?

Література

1. Андропова Т. И. Гелиотропные реакции здорового и больного человека / Т. И. Андропова, Н. Р. Деряпа, А. П. Соломатин. – Л. : Медицина, 2005. – 248 с.
2. Ассман Д. Чувствительность человека к погоде / Д. Ассман. – Л. : Гидрометиздат, 2002. – 247 с.
3. Вадзюк С. Н. Изменение длительности субъективного временного эталона и кратковременной зрительной памяти у здоровых мужчин

- при различных типах погоды / С. Н. Вадзюк, Н. М. Микула // Физиология человека. – 2007. – Т. 23, № 4. – С. 62–64.
4. Лапко А. В. Климат и здоровье (метеотропные реакции сердечно-сосудистой системы) / А. В. Лапко, Л. С. Поликарпов. – Новосибирск : ВО «Наука», 2000. – 104 с.
 5. Никберг И. И. Гелиотропные реакции человека / И. И. Никберг, Е. Л. Ревуцкий, Л. И. Секали. – К. : Здоров'я, – 2001 – 144 с.
 6. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.

МОДУЛЬ 2

Небезпеки життєдіяльності людини. Засоби їх попередження

РОБОТА № 5. Розрахунок рівнів шуму та інтенсивності вібрації від природних і техногенних джерел

Мета роботи: навчитися розраховувати рівні шуму та інтенсивність вібрації для природних і техногенних джерел.

Теоретичні відомості

Шум і вібрація – це механічні коливання, що розповсюджуються в газоподібному і твердому середовищах. Шум і вібрація різняться між собою частотою коливань.

Шум – це безладне сполучення різних за силою і частотою звуків; здатний несприятливо впливати на організм. Джерелом шуму є будь-який процес, що викликає місцеву зміну тиску або механічні коливання в жорстких, водянистих або газоподібних середовищах. Джерелами шуму можуть бути двигуни, насоси, компресори, турбіни, пневматичні та електричні інструменти, молоти, долота, верстати, центрифуги, бункери та інші установки.

Вібрація – це малі механічні коливання, що виникають у пружних тілах під впливом змінних сил. Розрізняють загальну і локальну вібрацію. Загальна вібрація з частотою близькою до власної частоти коливання тіла людини або її органів найбільш небезпечна, оскільки може викликати механічний розлад або навіть розрив цих органів.

Власні частоти коливань плечей, пояса, голови, стегна людини відносно опорної поверхні (положення «стоячи») складає 4...6 Гц, голови відносно плечей (положення «сидячи») – 25...30 Гц. Для більшості внутрішніх органів людини власна частота складає 6...9 Гц.

Систематична дія загальної вібрації може стати причиною вібраційного захворювання – стійких зрушень фізіологічних функцій організму, зумовлених загальною дією вібрації на нервову систему людини, яка проявляється у вигляді головного болю, запаморочення голови, порушення серцевої діяльності.

Локальна вібрація викликає спазм судин, унаслідок чого йде порушення постачання крові, діє на нервову систему, м'язові і кісткові

тканини, викликає порушення чутливості шкіри, твердіння сухожиль, м'язів і посилює відкладення солей у суглобах.

Вібраційне захворювання (віброзахворювання) – професійне захворювання, ефективне лікування якого можливе лише на початкових стадіях. У дуже важких випадках в організмі людини настають безповоротні зміни, які призводять до інвалідності.

Під впливом інтенсивного шуму і вібрації настають підвищена стомлюваність і дратівливість, поганий сон, головний біль, ослаблення пам'яті, уваги і гостроти зору, що призводить до зниження продуктивності праці (у середньому на 10-15 %) і часто є причиною травматизму. Вібрація і шум впливають на серцево-судинну, ендокринну і нервову системи, порушують координацію рухів. Адаптація людини до шуму неможлива.

Хід роботи

1. Визначення рівня шуму

Найпростішою формою вібрації є гармонійні синусоїдні коливальні рухи. Основні параметри синусоїдного колювання:

- частота – f (кол/с);
- амплітуда зміщення – A (м або см);
- коливальна швидкість – v (м/с);
- прискорення – ω (м/с²).

Для синусоїдних колювань швидкість і прискорення визначають за формулами:

$$v = 2\pi \cdot f \cdot A \quad (1)$$

$$\omega = (2\pi \cdot f)^2 \cdot A \quad (2)$$

Відносні рівні віброшвидкості L_v і рівень віброприскорення L_ω у децибелах (дБ) визначаються за формулами:

$$L_v = 20 \cdot \lg \left(\frac{v}{5} \cdot 10^{-8} \right), \quad (3)$$

$$L_\omega = 20 \cdot \lg \left(\frac{\omega}{3} \cdot 10^{-4} \right), \quad (4)$$

де параметри v , ω визначаються у точці вимірювання (значення з табл. 1).

Порогове відчуття вібрації виникає тоді, коли прискорення її дорівнює 1 % від нормального прискорення сил земного тяжіння.

Хворобливе відчуття виникає, коли прискорення становить 5 % від прискорення земного тяжіння, тобто при 0,5 м/с². Коливальну швидкість 10⁻⁴ м/с людина сприймає як порогову, а при швидкості 1 м/с виникають хворобливі відчуття.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку дії вібрації на організм людини

Номер варіанта	Коливальна швидкість v , м/с	Прискорення ω , м/с ²	Тривалість дії вібрації T , хв	Площа контакту S , м ²
1	1	0,5	15	23
2	0,001	0,1	30	7
3	0,001	0,4	72	10
4	0,01	0,3	38	28
5	1	0,2	120	54
6	0,05	0,1	370	123
7	0,0001	0,2	256	45
8	1	0,3	124	85
9	0,02	0,4	66	46
10	0,35	0,5	480	52
11	0,36	0,5	23	17
12	1	0,1	258	86
13	0,001	0,4	452	23
14	1	0,3	145	15
15	0,002	0,2	26	42
16	0,003	0,4	69	58
17	0,0001	0,5	82	36
18	1	0,2	451	69
19	0,03	0,3	356	84
20	0,069	0,1	156	45
21	0,001	0,5	452	256
22	0,005	0,2	488	41
23	0,01	0,3	64	856
24	0,036	0,1	120	256
25	1	0,5	89	78
26	0,075	0,5	60	24
27	1	0,2	180	86
28	0,023	0,3	23	82
29	0,008	0,4	90	15
30	0,09	0,5	1245	79
31	1	0,1	73	36

Величина коливальної енергії, поглинутої тілом людини (Q , кг · м), є прямо пропорційною площі контакту, часу дії та інтенсивності подразника:

$$Q = I \cdot S \cdot T, \quad (5)$$

де S – площа контакту (м²);

T – тривалість дії (с);

I – інтенсивність вібрації, кг · м/(м² · с).

Інтенсивність вібрації, а відтак коливальна енергія є прямо пропорційною квадрату коливальної швидкості:

$$I = t^2 \left(\frac{Z}{S} \right), \quad (6)$$

де $\frac{Z}{S}$ – модуль вихідного питомого механічного імпедансу (загального опору) у зоні контакту (при розрахунках приймають за 1), кг/с.

Механічний імпеданс визначається як відношення коливальної сили до результативної коливальної швидкості у точці прикладання цієї сили.

У виробничих умовах майже не зустрічаються прості гармонійні коливання. Там переважають аперіодичні, квазіперіодичні, імпульсивні або поштовхоподібні вібрації.

За спектральним складом умовно виділяють низьку й високочастотну вібрацію. Вібрація з частотою 16-32 Гц є низько-частотною, а з більшими частотами – високочастотною.

За часовими характеристиками вібрація поділяється на: *постійну*, рівень якої змінюється не більше ніж на 6 дБ за 1хв; *непостійну*, що за той же час змінюється більше ніж на 6 дБ.

2. Визначення рівня шуму

Більшість виробничих процесів супроводжується дією шуму на працівників. Мінімальна величина звукової енергії, що сприймається як звук, називається *слуховим порогом* (порогом чутливості), і становить 10^{-12} Вт/м² (I_0). Мінімальний тиск, який людина сприймає як звук, на частоті 1000 Гц становить $2 \cdot 10^{-5}$ Па (P_0). Верхньою межею, за якою звук викликає вже больові відчуття, відповідає силі звуку 10^2 Вт / м², а за звуковим тиском – 200 Па.

Бел і децибел – це умовні одиниці, які показують наскільки даний звук (I) у логарифмічному масштабі перевищує умовний поріг чутливості (I_0). Величини, що вимірюються таким чином, називаються *рівнями інтенсивності шуму* ($L_{ин}$) або *рівнями звукового тиску* (L_m):

$$L_{ин} = \lg \left(\frac{I}{I_0} \right), Б \quad (7)$$

$$L_m = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right), дБ. \quad (8)$$

Сила звуку пропорційна квадрату звукового тиску, тому формула для визначення *звукового тиску* має вигляд:

$$L_p = \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2, Б \quad \text{або} \quad L_p = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right), дБ. \quad (9)$$

Рівень інтенсивності звуку використовують для акустичних розрахунків, а рівень звукового тиску – при оцінці його дії на організм

людини, оскільки орган слуху чутливий не до інтенсивності звуку, а до середньоквадратичного звукового тиску.

Таблиця 2

Вихідні дані за рівнями природних шумів (звуків), дБ

Номер варіанта	Джерело шуму	Рівень природного шуму, дБ
0	Тихий шелест листя дерев	10
1	Стукіт дощових крапель	4
2	Шум морського прибою	70
3	Грім після блискавки	130
4	Зимовий ліс у безвітряну погоду	3
5	Щебетання птахів у лісі	5
6	Шум верхівок сосен у лісі під час вітру	4,5
7	Дзюрчання струмка	1
8	Гуркіт водоспаду	90
9	Природні звуки весняного поля	3,5
10	Шелест листя	15
11	Шепіт людини (на відстані 1 м)	20
12	Крик, гучна розмова	75
13	Тиша у горах	10
14	Дельфін	87
15	Шум на тихій сільській вулиці	30-40
16	Жаба	30
17	Цвіркун	29
18	Шепіт людини (поруч)	25
19	Джміль, комар, бджола	33
20	Гуркіт грому	100
21	Кити	25
22	Папуга	85
23	Сміх (на відстані 1 м)	75
24	Пес	84
25	Кішка	30
26	Хрюкання, стогін	63
27	Тиха розмова	35
28	Вереск	105
29	Плач дитини	80
30	Розмова	50

Таблиця 3

Вихідні дані за рівнями техногенних шумів (звуків), дБ

Номер варіанта	Джерела шуму	Рівень техногенного шуму, дБ
0	Вибух снаряда	170
1	Важка вантажівка	100
2	Старт космічної ракети	150
3	Рок-музика	110

Закінчення табл. 3

4	Постріл гвинтівки	160
5	Читальний зал	40
6	Салон автомобіля	70
7	Шепіт (на відстані 1 м)	20
8	Зліт реактивного літака	140
9	Відбійний молоток	90
10	Цокання настінного годинника	30
11	Друкарська машинка	50
12	Мотоцикл	80
13	Вертоліт	110
14	Шумова зброя	200
15	Літак на старті	130
16	Грузовий залізничний вагон	90
17	Тиха музика (від радіо)	40-50
18	Вагон метро	95
19	Спеціальні сигнали (швидка допомога, пожежники, міліція, служба газу та інші)	116-122
20	Невелике торгове підприємство	55
21	Майстерня	90
22	Оркестр	100
23	Кондиціонер	38-54
24	Ударна хвиля від реактивного літака	140
25	Клаксон	118
26	Автомобіль без глушника	85
27	Спортивні ігри (футбол, баскетбол, теніс, хокей)	76, 68, 64, 65
28	Ліфт	44
29	Наповнення ванної водою	36-58
30	Сміттєприбиральна машина	87

Порівняння інтенсивності звуків природного та техногенного походження. За даними, які наведено у таблицях 2 і 3, студент повинен визначити, яке саме явище є гучнішим у дБ, і знайти, у скільки разів одне явище є гучнішим за інше.

Приклад порівняння двох явищ за їх гучністю:

Тихий шелест листя оцінюється в 1 дБ, а голосна розмова – у 6,5 дБ. Проводимо розрахунок:

$$1) \lg 10^{6,5} / 10^1 = 5,5, \text{ дБ};$$

$$2) 10^{6,5} / 10^1 = 10^{5,5} = 316\,228.$$

Отримуємо, що розмова «голосніша» за шелест листя на 5,5 дБ або у 316 228 разів.

3. Визначення рівня звукового тиску

У приміщенні з ПЕОМ мають місце шуми механічного і аеродинамічного походження, широкосмугових принтерів із

аперіодичним підсиленням під час роботи. Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на оператора на його робочому місці, представлені в таблицях 2, 3, 4.

Допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця оператора складає 65 дБА (децибел-ампер) [ДСН 3.3.6.042-99] (дБА – це децибел за шкалою шумовимірювача; А – позначає інфразвук, тобто дБА – це імперичний показник рівня інфразвуку, звукового тиску).

Таблиця 4

Рівні звукового тиску від різних джерел офісної техніки

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск комп'ютера (вінчестер)	45
Вентилятор	45
Принтер	55
Сканер	50

Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці оператора під час роботи офісної техніки за даними, які наведені у таблиці 4. Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L_{\text{сер}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times L_i}, \quad (10)$$

де L_i – рівень звукового тиску i -го джерела шуму;

n – кількість джерел шуму.

Враховуючи значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування, отримаємо:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg (10^{4,5} + 10^{4,5} + 10^{5,5} + 10^5) = 44,2 \text{ дБ}. \quad (11)$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L = L_i + 10 \lg n.$$

У нашому випадку таких джерел чотири, отже, загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L = 44,2 + 10 \lg 4 = 50,2 \text{ дБ}.$$

Отримані результати розрахунку порівнюють з допустимим значенням рівня шуму для певного робочого місця. Якщо розрахований рівень шуму перевищує допустиме значення, то необхідні спеціальні заходи зі зниження шуму. До них належать: облицювання стін і стелі залу звукопоглинальними матеріалами, зниження шуму в джерелі, правильне планування устаткування і раціональна організація робочого місця оператора.

Завдання

1. Розрахувати відносні рівні віброшвидкості та віброприскорення, а також величину коливальної енергії поглинутої тілом людини (Q , $\text{кг} \cdot \text{м}$).
2. Порівняти інтенсивність шуму від джерел природного і техногенного походження і встановити, у скільки разів одні перевищують інші за гучністю.
3. Розрахувати середній рівень шуму на робочому місці оператора під час роботи офісної техніки.
4. Запропонувати заходи щодо зменшення впливу конкретного досліджуваного шуму та вібрації на організм людини.
5. Зробити висновок.

Контрольні запитання

1. Дати визначення поняттям шум та вібрація.
2. Поясніть, що таке поріг чутливості, поріг болісного відчуття, звукова хвиля, звукове поле.
3. Наведіть основні характеристики звуку та параметри вібрації, їх одиниці вимірювання.
4. Дайте визначення одиницям бел та децибел.
5. Наведіть заходи, що застосовуються для зменшення негативного впливу шуму і вібрації.

Література

1. Безопасность жизнедеятельности : [учебник] / Под ред. проф. Э. А. Арустамоваа. – [10-е изд., перераб. и доп.]. – М., 2006. – 476 с.
2. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництв, побуту та у надзвичайних ситуаціях / [М. В. Захарченко, В. М. Орлов, А. К. Голубєв, В. Ф. Тітенко]. – Київ, 2006. – 160 с.
3. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник]. – Львів : Афіша, 2000. – 255 с.
4. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.
5. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валєнко та ін.]; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.

РОБОТА № 6. Визначення рівня небезпеки при забрудненні середовища життєдіяльності людини шкідливими аерозолями

Мета роботи: усвідомити небезпеку для людини при забрудненні атмосферного повітря шкідливими аерозолями.

Теоретичні відомості

Атмосферою (від грецького «атмос» – пара, «сфера» – куля) називають зовнішню газову оболонку Землі. Чисте сухе атмосферне повітря є сумішшю газів, яка складається переважно з азоту (78 %), кисню (21 %), аргону (0,9 %), вуглекислого газу (0,03 %). Склад атмосферного повітря дуже швидко змінюється за рахунок надходження в атмосферу твердих частин (попіл і пил) та різноманітних газоподібних речовин.

Існує фізичне і хімічне забруднення атмосфери. Унаслідок господарської діяльності у повітряний басейн сучасних промислових зон та великих міст надходять домішки антропогенного характеру, органічних кислот, ефірів, нітросполук, ароматичних вуглеводів тощо. Для більшості з них встановлені норми – ГДК (граничнодопустимі концентрації).

Хід роботи

Відносна частка площі легень людини, яку можуть покрити тверді частинки пилу протягом років проживання на територіях із різним рівнем забруднення атмосфери аерозолями. Для проведення розрахунків вихідними умовами служать:

- вік людини, щодо якого проводимо розрахунок;
- концентрація частинок пилу в повітрі;
- середній розмір частинок пилу;
- середній об'єм повітря, яке вдихає людина за рік (див. табл. 1).

Таблиця 1

Середній об'єм повітря, який вдихає людина

Вік	Об'єм повітря за рік, м ³	Кількість років	Усього, м ³
до 1 року	1044	1	1044
1-2 роки	1886	1	1886
2-7 років	3183	5	15915
до 1 року	1044	1	1044
1-2 роки	1886	1	1886
2-7 років	3183	5	15915
7-12 років	5185	5	25925
12-17 років	7340	5	36700
> 17 років	8109	п	8109 п

Частку площі легень, вкриту пилом, розраховують за формулою:

$$P = S_1 / S_2, \quad (1)$$

де S_1 – середньостатистична площа легень людини, яка приблизно рівна 125 м^2 ;

S_2 – площа, яку можуть вкрити одинарним шаром частинки пилу, що потрапили в легені, (м^2).

Площа S_2 визначається за формулою:

$$S_2 = S_0 \cdot N_0, \quad (2)$$

де S_0 – площа, яку покриває одна частинка;

N – кількість частинок, які містяться у легенях.

Площа, яку покриває одна сферична частинка пилу радіусом r , рівна

$$S_0 = \pi r^2, \quad (3)$$

а кількість частинок, які осідають у легенях, визначається за об'ємом повітря V , що вдихає людина за T років, а саме:

$$N_0 = C \cdot V \cdot \kappa_1 \cdot (1 - \kappa_2), \quad (4)$$

де C – концентрація частинок пилу в повітрі, шт/ м^3 ;

V – середній об'єм повітря, який вдихає людина протягом T років, м^3 (визначається за табл. 1);

κ_1 – коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка залишається у них від загальної кількості, що потрапляє у легені (κ_1 приймається 0,1);

κ_2 – коефіцієнт, що враховує частку пилу, яка, потрапивши до легень, з часом розсмоктується ($\kappa_2 = 0,9$).

Варіанти завдань наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Варіанти індивідуальних завдань

№ варіанта	Радіус часточок r , мкм	Концентрація пилу C , шт./ см^3	Вік людини T , роки
1	0,10	$0,5 \cdot 10^3$	27
2	0,11	$1,0 \cdot 10^3$	55
3	0,12	$5,0 \cdot 10^3$	17
4	0,13	$10,0 \cdot 10^3$	45
5	0,14	$30,0 \cdot 10^3$	35
6	0,15	$50,0 \cdot 10^3$	21
7	0,16	$60,0 \cdot 10^3$	16
8	0,17	$100,0 \cdot 10^3$	55
9	0,18	$200,0 \cdot 10^3$	60
10	0,19	$400,0 \cdot 10^3$	65
11	0,20	$0,5 \cdot 10^3$	70
12	0,21	$1,0 \cdot 10^3$	47
13	0,22	$5,0 \cdot 10^3$	62
14	0,23	$10,0 \cdot 10^3$	51
15	0,24	$30,0 \cdot 10^3$	32
16	0,25	$50,0 \cdot 10^3$	73

Закінчення табл. 2

17	0,26	$60,0 \cdot 10^3$	50
18	0,27	$100,0 \cdot 10^3$	38
19	0,28	$200,0 \cdot 10^3$	60
20	0,29	$400,0 \cdot 10^3$	65
21	0,5	$0,5 \cdot 10^3$	70
22	0,31	$1,0 \cdot 10^3$	85
23	0,32	$5,0 \cdot 10^3$	71
24	0,33	$10,0 \cdot 10^3$	63
25	0,34	$30,0 \cdot 10^3$	80
26	0,35	$50,0 \cdot 10^3$	29
27	0,36	$60,0 \cdot 10^3$	44
8	0,37	$100,0 \cdot 10^3$	48
29	0,38	$200,0 \cdot 10^3$	22
30	0,39	$400,0 \cdot 10^3$	13

Знайти відносну частку площі легень людини, яку додатково можуть покрити частинки диму від паління цигарок протягом i років. Вихідні дані для проведення обчислень:

- кількість років, протягом яких людина палить;
- маса смоли, що утворюється при спалюванні однієї цигарки;
- кількість цигарки, яку в середньому випалює один курець за один день;
- середній розмір частинок диму.

Спочатку знаходимо кількість n сферичних частинок смоли радіусом r , які утворюються при спалюванні однієї цигарки:

$$n = M \cdot p / m, \quad (5)$$

де M – маса смоли, що утворюється при спалюванні однієї цигарки;

p – густина смоли, яку приймаємо рівною 110 кг/м^3 ;

m – маса однієї частинки диму радіусом r .

Далі визначаємо кількість цигарки, яку випалює курець за t років при викурюванні g цигарок за один день:

$$n_1 = 365 \cdot g \cdot t. \quad (6)$$

Потім знаходимо кількість частинок смоли, що осідають у легенях:

$$N_1 = C \cdot V \cdot \kappa_1 (1 - \kappa_2),$$

де C – концентрація частинок пилу в повітрі, шт/м³;

V – середній об'єм повітря, який вдихає людина протягом T років, м³ (визначається за табл. 1);

κ_1 – коефіцієнт, який враховує частку диму, що потрапляє в легені та залишається в них ($\kappa_1 = 0,1$);

κ_2 – коефіцієнт, що враховує частку диму, який, потрапивши в легені, з часом розсмоктується ($\kappa_2 = 0,5$).

Далі знаходимо площу, яку покривають тверді частинки диму:

$$S_3 = \pi r^2 \cdot N_1 = 274 M \cdot g \cdot t \cdot k_1 (1 - k_2) / (pr^3). \quad (7)$$

Звідси, частка легень, яка вкрита часточками диму, дорівнює:

$$P = S_3 / S_1. \quad (8)$$

Варіанти завдань наведено у таблиці 3. При проведенні розрахунків приймаємо, що частинки диму мають радіус 0,1 мкм.

Таблиця 3

Варіанти індивідуальних завдань

№ варіанта	Маса смоли, утворюється при спалюванні однієї цигарки, М	Кількість цигарок, яку випалює курець за один день, g	Кількість років куріння, t
1	2	3	4
1	0,50	11	1
2	0,51	12	2
3	0,52	13	3
4	0,53	14	4
5	0,54	15	5
6	0,55	16	6
7	0,56	17	7
8	0,57	18	8
9	0,58	19	9
10	0,59	20	10
11	0,61	3	12
12	0,58	12	8
13	0,43	8	30
14	0,81	6	25
15	0,63	10	14
16	0,54	9	1
17	0,59	15	8
18	0,51	25	5
19	0,50	37	4
20	0,74	12	10
21	0,63	14	5
22	0,55	2	6
23	0,49	13	9
24	0,65	15	11
25	0,78	32	10
26	0,71	28	15
27	0,52	30	28
28	0,53	22	24
29	0,61	26	26
30	0,67	28	24

Завдання

1. Визначити відносну частку площі легень людини, яку можуть покрити тверді частинки пилу протягом певної кількості років мешкання на територіях із різним рівнем аерозольного забруднення атмосфери.
2. Знайти відносну частку площі легень людини, яку додатково можуть покрити частинки диму від паління цигарки протягом t років.
3. Зробити висновок про вплив запиленості атмосферного повітря на стан легень людини, порівнявши здобуті результати розрахунків для різного ступеня запиленості атмосфери.

Контрольні запитання

1. У чому полягає небезпека для здоров'я людини при забрудненні середовища життєдіяльності людини шкідливими аерозолями?
2. Які аерозолі є небезпечними для людини?
3. Які сьогодні застосовують механізми задля обмеження рівня надходження до організму людини шкідливих аерозолів?
4. Опишіть, у чому полягає небезпека для людини від куріння.
5. Які речовини є токсичними для людини при курінні?
6. У чому полягає небезпека для легень людини при курінні?

Література

1. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Я. І. Бедрій. – Київ : Кондор, 2009. – 286 с.
2. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності : [підручник] / В. М. Ярошевська. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 560 с.
3. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.
4. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / І. П. Пістун. – Суми, 2002. – 301 с.
5. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / [Скобло Ю. С., Соколовська Т. Б., Мазоренко Д. І., Тіщенко Л. М., Троянов М. М.]. – К. : Кондор, 2003. – 421 с.

РОБОТА № 7. Забезпечення безпеки питного водопостачання через встановлення санітарних зон навколо водозабору питної води

Мета роботи: навчитись розраховувати санітарно-захисні зони (СЗЗ) за різних природних умов.

Оснащення: методичний посібник, калькулятор.

Теоретичні відомості

Відповідно до чинних нормативних документів санітарно-захисна зона має три пояси, у межах яких здійснюються спеціальні заходи, що унеможливають потрапляння забруднюючих речовин у водоносний горизонт у пункті водозабору. Перший пояс є *зоною суворого режиму*, межі якої встановлюють у радіусі 30 м від джерела водопостачання. За сприятливих геолого-гідрогеологічних умов і за погодженням із місцевими органами СЕС відстань його можна зменшувати до 10 м. Другий й третій пояси є *зонами обмежень*. Другий пояс СЗЗ передбачає захист водоносного горизонту від мікробного, третій – від хімічного забруднення. Відстань від кордону другого поясу СЗЗ до свердловини на основі розрахункового часу (просування мікробного забруднення з потоком підземних вод до водозабору) повинна бути достатньою для ефективного самоочищення – втрати життєспроможності і вірулентності (отруйності) патогенних мікроорганізмів. Контур другого поясу СЗЗ визначають, вдаючись до гідродинамічних розрахунків, маючи на увазі, що забруднення, яке потрапляє у водоносний горизонт за контурами СЗЗ через зону аерації (збагачення на кисень) або безпосередньо, не досягне водозабору.

За характером забруднюючих речовин розрізняють мікробне і хімічне забруднення підземних вод. Мікробне забруднення відбувається внаслідок потрапляння у водоносний горизонт неочищених стічних вод (господарсько-побутових, дощових і вод, що інфільтруються з територій життєвих і промислових забудов, тваринницьких і птахоферм, полів асенізації, аварійних витоків і викидів із каналізаційних мереж і споруд), а також забруднених ними річкових вод. Основними джерелами хімічного забруднення є стічні води виробництв, що потрапляють у водоносні горизонти з територій промислових підприємств, накопичувачів відходів та інших об'єктів акумуляції відходів; поверхневі води, забруднені сільськогосподарськими добривами і отрутохімікатами; скидання отрутохімікатів, мінеральних добрив, паливно-мастильних матеріалів та ін.

Для поверхневих водойм і річок встановлюють аналогічні санітарно-захисні зони (СЗЗ) – місцевості певної площі, у межах якої не допускається ведення господарських робіт, здатних погіршити якість води у підземному джерелі.

Геометричні параметри СЗЗ залежать від гідродинамічних характеристик у водоносному горизонті за встановленого режиму водозабору, геологічних і гідрогеологічних умов території та ін.

Ширину області захоплення водозабірної споруди визначають величиною $2d$.

$$d = \frac{2 \cdot T \cdot Q}{m_b \cdot n} \cdot (R + r), \quad (1)$$

де d – підширина області захоплення, м;

Q – добова продуктивність водозабірних споруд, м³/добу;

n – активна пористість ґрунту, що складає водоносний шар;

m_b – потужність водоносного пласта;

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

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

r – протяжність ЗСО вниз по потоку;

q – одинична витрата потоку;

N – водороздільна точка;

L – довжина СЗЗ (рис. 1).



Рис. 1. Основні параметри розрахунку ЗСО (лініями на рисунку показано основні маршрути надходження води при водозаборі)

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

$$q = K_\phi \cdot m_b \cdot i, \quad (2)$$

де i – величина нахилу водної поверхні;

K_ϕ – коефіцієнт фільтрації.

Віддаль від водозабору до вододільної точки становить:

$$X_r = \frac{Q}{2\pi} \quad (3)$$

Величину *основного захоплення* емпірично описують рівнянням:

$$R = \frac{q \cdot T}{m_b \cdot n} + 3 \cdot X_r \quad (4)$$

Величина другорядного захоплення дорівнює: $r \sim X_r$.

Загальна протяжність СЗЗ у довжину становить: $a = R + r$.

Користуючись наведеними формулами, можна розрахувати основні геометричні характеристики СЗЗ для водозабірної майданчика з кількох відносно незалежних свердловин, неподалік якого є малопотужне джерело мікробіологічного забруднення. Час міграції забруднювачів від межі СЗЗ до водозабірної свердловини становить 200 діб, а дані геологічних та гідрогеологічних досліджень такі:

а) одинична витрата становить:

$$q = 40 \cdot 28 \cdot 0,002 = 2,24 \text{ м}^3 / \text{добу};$$

б) віддаль від водозабору до вододільної точки:

$$X_r = \frac{1175}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,24} = 83,51 \text{ м}$$

в) величина основного захоплення:

$$R = \frac{2,24 \cdot 200}{28 \cdot 0,14} + 3 \cdot 83,51 = 364,82 \text{ м};$$

г) величина другорядного захоплення:

$$r \approx 83,51 \text{ м};$$

д) загальна протяжність СЗЗ:

$$L = 364,82 + 83,51 = 448,33 \text{ м}.$$

Отже, СЗЗ повинна мати таку ширину:

$$2d = \frac{4 \cdot 200 \cdot 1175}{28 \cdot 0,19 \cdot 448,33} = 394,13 \text{ м}.$$

Тобто для належного захисту водозабору необхідно спроектувати СЗЗ шириною 394,13 м і загальною довжиною 448,33 м (364,82 м проти і 83,51 м в напрямку потоку).

Завдання

1. Розрахувати СЗЗ для проектного водозабору (варіанти завдань наведено у таблиці).
2. Зробити висновок.

Таблиця 1

Варіанти завдань

№	Продуктивність, тис. м ³ /добу	Потужність водоносного горизонту, м	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	Активна пористість порід	Нахил водного дзеркала	Час міграції вірогідних забруднень, доба
1	1,0	37	9,5	0,2	0,002	200
2	1,0	12	7,3	0,1	0,002	50
3	2,0	26	5,6	0,3	0,014	324
4	2,0	18	8,2	0,8	0,012	180
5	0,5	31	1,6	0,2	0,001	364
6	0,8	30	4,3	0,6	0,001	150
7	0,7	24	2,6	0,4	0,003	200
8	0,12	21	8,7	0,2	0,004	500
9	1,6	15	9,6	0,1	0,012	68
10	0,8	8	4,6	0,9	0,02	124
11	0,79	42	8,5	0,2	0,06	38
12	1,26	87	6,7	0,4	0,014	95
13	1,56	65	8,4	0,3	0,002	90
14	2,0	48	8,1	0,6	0,003	88
15	3,68	75	3,6	0,2	0,004	83
16	4,56	35	9,6	0,7	0,005	75
17	3,2	62	9,5	0,5	0,024	265
18	5,6	42	6,8	0,4	0,002	125
19	4,2	15	7,3	0,2	0,002	356
20	2,8	16	5,4	0,2	0,001	124
21	2,1	23	6,3	0,8	0,003	148
22	3,5	54	4,9	0,75	0,001	56
23	3,9	35	7,7	0,15	0,001	82
24	2,8	26	5,2	0,26	0,005	17
25	2,6	43	6,4	0,35	0,003	200
26	2,2	39	9,1	0,86	0,012	178
27	2,1	34	9,0	0,14	0,023	192
28	1,6	65	7,6	0,18	0,015	452
29	1,85	56	5,8	0,32	0,016	127
30	1,92	58	4,3	0,31	0,017	202

Розрахунковий період експлуатації водозабору 25 років.

Виконання практичної роботи дасть змогу переконатися у тому, що обчислені параметри СЗЗ забезпечать довготривале використання підземних вод для питного водопостачання без проникнення вірогідного забруднювача. Аналогічні розрахунки студент повинен здійснювати для різних природних умов.

Контрольні запитання

1. Що таке ЗСО?
2. Що таке СЗЗ?
3. На які нормативні документи необхідно опиратись, розраховуючи ЗСО?
4. Охарактеризуйте поняття «пояси ЗСО».
5. Від чого залежать геометричні параметри СЗЗ?
6. На які групи поділяють забруднюючі речовини за характером?

Література

1. Безопасность жизнедеятельности / [Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Залунин В. Ф., Довгаль В. Ф.]. – Днепропетровск : УК ОИМА – Пресс, 2005. – Ч. 3. – 196 с.
2. Григор'єва Л. І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : [навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 174 с.

РОБОТА № 8. Оцінка рівнів небезпеки для людини при проходженні крізь тіло електричного струму

Мета роботи: розрахувати тепло, що виділяється у тканинах тіла людини при проходженні через нього електричного струму. Зазначити ефекти, які можуть викликатись вказаним теплом залежно від сили струму та часу проходження струму через організм людини.

Теоретичні відомості

Електричний струм – це впорядкований (спрямований) рух електрично заряджених часток.

Струм у металах зумовлений наявністю вільних електронів, у електролітах – іонів. Звичайно силою, яка викликає такий рух, є сила з боку електричного поля усередині провідника, яке визначається електричною напругою на кінцях провідника.

Наявність електричного струму у провідниках призводить до їх нагрівання, зміни хімічного складу, створення магнітного поля.

Електричні прилади, установки, обладнання, з якими людина має справу, становлять для неї велику небезпеку, яка посилюється тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити наявність

електричної напруги, як, наприклад, теплову, світлову чи механічну енергію. Тому захисна реакція організму виявляється тільки після безпосереднього потрапляння під дію електричного струму.

Другою особливістю дії електричного струму на організм людини є те, що струм, проходячи через людину, діє не тільки в місцях контактів і на шляху протікання через організм, а й викликає рефлекторні порушення нормальної діяльності окремих органів (серцево-судинної системи, системи дихання). Третя особливість – це можливість одержання електротравм без безпосереднього контакту із струмопровідними частинами – при переміщенні по землі поблизу ушкодженої електроустановки (у випадку замикання на землю), ураження через електричну дугу.

Електричний струм, проходячи через тіло людини, зумовлює перетворення поглинутої організмом електричної енергії в інші види і спричиняє термічну, електролітичну, механічну і біологічну дію. Найбільш складною є біологічна дія, яка притаманна тільки живим організмам. Термічний і електролітичний вплив властиві будь-яким провідникам.

Хід роботи

Тепло, що виділяється в тканинах тіла людини при проходженні через нього електричного струму, розраховується за формулою:

$$Q = I_n^2 \cdot R_n \cdot t, \quad (1)$$

де Q – тепло, що виділяється у тканинах тіла людини при проходженні через нього електричного струму, Дж;

I_n – струм, який проходить через тіло людини, А (табл. 1);

R_n – опір тіла людини, Ом (при розрахунках приймають за 1 кОм);

t – час проходження струму, с (табл. 1).

Таблиця 1

Сила струму, який проходить через тіло людини та час його проходження

№ варіанта	Струм, що проходить через тіло людини, I (мА, А)		Час проходження струму через тіло людини, t (с)
	Змінний	Постійний	
1	1,1 мА	–	1,5
2	1,5 мА	–	2,0
3	–	3,0 мА	3,0
4	200,0 мА	–	2,3
5	3,0 А	–	4,0
6	–	3,0 мА	6,0
7	–	7,0 мА	3,5

Закінчення табл. 1

8	—	10,0 мА	5,0
9	6,0 мА	—	2,5
10	9,0 мА	—	7,0
11	—	20,0 мА	3,3
12	1,9 А	—	8,0
13	30,0 мА	—	22,0
14	—	24,0 мА	7,3
15	23,0 мА	—	4,5
16	—	76,0 мА	10,0
17	57,0 мА	—	3,7
18	69,0 мА	—	4,9
19	156,0 мА	—	9,0
20	4,0 А	—	6,2
21	10,0 А	—	4,6
22	300,0 мА	—	5,1
23	—	85,0	12,0
24	—	93,0	11,0
25	—	151,0	8,5
26	5,0 А	—	25,0
27	77,0 мА	—	34,0
28	0,5 мА	—	3,0
29	—	3,8 мА	26,0
30	—	7,8 мА	34,0
31	20,0 А	—	12,0
32	320,0 мА	—	2,4
33	12,0 А	—	6,7
34	—	120,0 мА	5,9

Враховуючи характер струму, його величину, час проходження через тіло, зробити висновок про можливі ураження людини (електричний удар, місцеві електричні травми, зупинка дихання та серця, фібриляція серця, смерть, тощо). При цьому слід використовувати дані, які наведено у таблицях 1 і 2.

Таблиця 2

Вплив постійного і змінного струму на тіло людини

Значення струму, що проходить через людину, мА	Характер впливу	
	Змінний струм, 50-60 Гц	Постійний струм
1) 0,5-1,5	Початок відчуття, легке тремтіння пальців руки	Не відчувається
2) 2,0-3,0	Сильне тремтіння пальців рук. Відчуття доходить до зап'ястя	Не відчувається
3) 5,0-7,0	Легкі судороги в руках. Больові відчуття в руках	Зуд. Відчуття нагрівання

Практичні і розрахунково-графічні роботи з дисципліни
«Безпека життєдіяльності»

Закінчення табл. 2

4) 8,0-10,0	Руки важко, але ще можна відірвати від електродів. Сильні болі в пальцях, долонях рук і передпліччях	Підсилення відчуття нагрівання
5) 20,0-25,0	Параліч рук, відірвати їх від електродів неможливо. Дуже сильні болі. Дихати важко	Ще більше підсилення нагріву. Незначне скорочення м'язів рук.
6) 50,0-80,0	Припинення дихання. Початок фібриляції серця	Сильне відчуття нагріву. Скорочення м'язів рук. Судороги, важко дихати. Припинення дихання.
7) 90,0-100,0	Припинення дихання. При тривалості 3 с і більше зупинка серця	Припинення дихання.

Завдання

1. Розрахувати тепло, що виділяється в тканинах тіла людини при проходженні через нього електричного струму.
2. Визначити величини струму й напруги, які можуть призвести до певних негативних наслідків у організмі людини.
3. Зробити висновок про можливі ураження людини, які можуть реалізовуватись при проходженні певного струму за встановлений час.

Контрольні запитання

1. Дати визначення поняттям електрика, електричний струм.
2. Охарактеризуйте термічну та електролітичну дію струму на людину.
3. Охарактеризуйте біологічну та механічну дію струму на людину.
4. Перша медична допомога при ураженні струмом.

Література

1. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Я. І. Бедрій. – Київ : Кондор, 2009. – 286 с.
2. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності : [підручник] / В. М. Ярошевська. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 560 с.
3. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / В. С. Джигирей, В. І. Жидецький. – Львів : Афіша, 2000. – 255 с.
4. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.

РОБОТА № 9. Розрахунок граничнодопустимих рівнів електромагнітних полів

Мета роботи: розрахувати граничнодопустимі рівні електромагнітних полів (ЕМП), які створюють телевізійні радіостанції.

Теоретичні відомості

Електромагнітне поле – це особлива форма матерії, за допомогою якої здійснюється вплив між електричними зарядженими частинками. Фізичні причини існування електромагнітного поля пов'язані з тим, що зміна в часі електричного поля E породжує магнітне поле H , а зміна H – вихрове електричне поле: обидві компоненти E і H , безперервно змінюючись, збуджують один одного. ЕМП нерухомих або рівномірно рухомих заряджених частинок нерозривно пов'язане з цими частинками. При прискореному русі заряджених частинок ЕМП «відривається» від них і існує незалежно у вигляді електромагнітних хвиль, не зникаючи з усуненням джерела (наприклад, радіохвилі не зникають і за відсутності струму у антенах, що випромінюють ці хвилі).

Експериментальні дані як вітчизняних, так і зарубіжних дослідників свідчать про високу біологічну активність ЕМП у всіх частотних діапазонах. За відносно високого рівня ЕМП сучасна теорія визнає тепловий механізм впливу. За відносно низького рівня ЕМП (наприклад, для радіочастот вище за 300 МГц ЕМП становить менше за 1 мВт/см²) виникає нетепловий (подразнюючий) характер впливу на організм.

Біологічний ефект накопичується в умовах тривалого багаторічного впливу ЕМП. У результаті можливий розвиток віддалених наслідків, включаючи дегенеративні процеси центральної нервової системи, рак крові (лейкози), пухлини мозку, гормональні захворювання. Особливо небезпечними ЕМП можуть бути для дітей, вагітних (ембріон), людей із захворюваннями центральної нервової, гормональної, серцево-судинної системи, алергіків, людей з ослабленим імунітетом.

До організаційних заходів із захисту від дії ЕМП належать:

- вибір режимів роботи випромінюючого устаткування, який має забезпечити рівень випромінювання, що не перевищує граничнодопустимий;
- обмеження місця і часу перебування у зоні дії ЕМП (захист відстанню і часом);
- позначення і огороження зон із підвищеним рівнем ЕМП.

Хід роботи

Граничнодопустимі рівні (ГДР) ЕМП, які створюють телевізійні радіостанції, для двох крайніх частот каналного діапазону визначаються за формулою:

$$E_{ГДР} = 2 L \cdot f^{-0,37},$$

де $E_{ГДР}$ – граничнодопустимий рівень напруженості ЕМП (електричної складової ЕМП), В/м;

f – несуча частота оцінюваного каналу (каналу зображення або звукового супроводу), МГц;

L – довжина хвилі, м (задана в табл. 1).

Таблиця 1

**Довжина хвиль і частота електромагнітних коливань,
що генеруються радіопередавальними телевізійними
станціями на відповідних каналах**

№ варіанта	Номер каналу зображення	Довжина хвилі L , м	Частота коливань f , МГц
1	1	5,72	48,5...56,5
2	2	4,84	58...66
3	3	3,75	76...84
4	4	3,41	84...92
5	5	3,13	92...100
6	6	1,68	174...182
7	7	1,61	182...190
8	8	1,55	190...198
9	9	1,48	198...206
10	10	1,43	206...214
11	11	1,37	214...222
12	12	1,32	222...230
13	21	0,632	470...478
14	22	0,622	478...486
15	23	0,612	486...494
16	24	0,602	494...502
17	25	0,593	502...510
18	26	0,584	510...518
19	27	0,574	518...526
20	28	0,566	526...534
21	29	0,558	534...542
22	30	0,549	542...550
23	31	0,541	550...558
24	32	0,534	558...566
25	33	0,526	566...574
26	34	0,519	574...582
27	35	0,512	582...590
28	36	0,505	590...598

Закінчення табл. 1

29	37	0,498	598...606
30	38	0,492	606...614
31	39	0,485	614...622
32	40	0,479	622...630
33	12	1,32	222...230
34	5	3,13	92...100

Визначення граничнодопустимих рівнів (ГДР) ЕМП, які створюють телевізійні радіостанції, проводиться окремо для кожної з двох крайніх частот каналного діапазону, наведених у табл. 1.

Завдання

1. Визначити граничнодопустимі рівні ЕМП, які створюють телевізійні радіостанції, для двох крайніх частот каналного діапазону
2. Навести засоби і заходи, які застосовуються для захисту від негативного впливу електромагнітних випромінювань.
3. Зробити висновок.

Контрольні запитання

1. Дати визначення поняттям електричне та магнітне поле.
2. Що таке природні й антропогенні електромагнітні поля.
3. Що таке довжина хвилі, частота коливань, швидкість розповсюдження хвиль?
4. Що таке інфрачервоне електромагнітне випромінювання?
5. Що таке ультрафіолетове електромагнітне випромінювання та які небезпеки становить для організму людини?
6. В яких одиницях вимірюються довжина хвилі, частота електромагнітних коливань, напруженість поля, поверхнева густина потоку енергії та їх похідні?
7. Які є методи захисту від впливу ЕМП?

Література

1. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. – Міністерство охорони здоров'я України. – К., 1996. – 28 с.
2. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / В. С. Джигирей, В. І. Жидецький. – Львів :Афіша, 2000. – 255 с.
3. Григор'єва Л. І. Основи біофізики і біомеханіки : [навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Видавничий центр ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – 300 с.
4. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.

РОБОТА № 10. Розрахунок індивідуальної дози опромінення людини від впливу іонізуючого випромінювання

Іонізуючим випромінюванням називають таке випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення в цьому середовищі іонів (позитивно або негативно заряджених часток) з нейтральних атомів чи молекул.

Іонізуюче випромінювання може мати корпускулярну чи хвильову природу. Корпускулярний потік може складатися з α - і β -часток, нейтронів, іноді інших елементарних часток.

Показником можливої радіаційної небезпеки гірських порід, ґрунтів, води, будівельних матеріалів, відходів, харчових продуктів є їхня **активність**, що визначається кількістю радіоактивних розпадів за одиницю часу (секунду).

Для кількісної оцінки впливу іонізуючого випромінювання на організм прийнято застосовувати поняття дози (поглиненої, еквівалентної) іонізуючого випромінювання.

Поглинена доза D_n іонізуючого випромінювання – це кількість енергії іонізуючого випромінювання, яка поглинена одиницею маси організму. Вимірюється у Грех: 1 Гр = 1 Дж/кг.

Еквівалентна доза D_e іонізуючого випромінювання характеризує вплив різних видів випромінювання на організм людини і визначається як добуток поглиненої дози (D) на коефіцієнт якості випромінювання (Q): $D_e = D_n \cdot Q$, де $Q = 1$ – для гамма- і бета-випромінювання, $Q = 20$ – для альфа-випромінювання. Вимірюється у Зівертах (Зв).

Експозиційна доза визначається кількістю іонів, що утворюються в одиниці об'єму повітря в результаті його взаємодії з іонізуючим випромінюванням. Кількість іонів, що утворилася в одиниці об'єму повітря за одиницю часу, визначає **потужність експозиційної дози**, одиниці виміру якої амperi на кілограм (А/кг) чи рентгени за секунду (Р/с).

Зв'язок між експозиційною X (у рентгенах, Р) і еквівалентною D_e (у Зівертах, Зв) дозою гамма-випромінювання такий:

$$D_e = 0,997 \cdot X \quad (1)$$

Потужність поглиненої дози іонізуючого випромінювання на заданій відстані від точкового джерела з радіонуклідом заданого типу (наприклад, ^{60}Co) та заданою активністю визначається за формулою:

$$D^{\bullet} = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2}, \quad (2)$$

де $D^{\bullet}$ – потужність поглинутої дози, Гр/с (1 аГр = 10^{-18} Гр);

Γ (гамма-стала) – потужність дози в 1 Бк, яку виробляє джерело на відстані в 1 м (для ^{60}Co $\Gamma = 84,63 \frac{\text{aI} \cdot \text{p} \cdot \text{м}^2}{\text{с} \cdot \text{Бк}}$);

A – активність, Бк (задана в табл. 1);

r – відстань між точковим джерелом та точкою виміру, м (задана в табл. 2).

Таблиця 1

Активність та відстань між точковим джерелом та точкою виміру

№ варіанта	Активність, A (Бк)	Відстань між точковим джерелом і точкою виміру, r (м)
1	$2,1 \cdot 10^5$	0,10
2	$3,3 \cdot 10^6$	0,20
3	$2,9 \cdot 10^7$	0,30
4	$3,8 \cdot 10^8$	0,40
5	$4,0 \cdot 10^9$	0,50
6	$4,5 \cdot 10^{10}$	0,60
7	$2,3 \cdot 10^{11}$	0,70
8	$3,7 \cdot 10^{12}$	0,80
9	$4,2 \cdot 10^6$	0,90
10	$2,3 \cdot 10^7$	1,00
11	$2,2 \cdot 10^6$	2,00
12	$2,4 \cdot 10^8$	3,00
13	$2,5 \cdot 10^9$	4,00
14	$2,6 \cdot 10^{10}$	5,00
15	$2,7 \cdot 10^{11}$	6,00
16	$2,8 \cdot 10^{12}$	7,00
17	$3,1 \cdot 10^6$	8,00
18	$3,2 \cdot 10^7$	9,00
19	$3,4 \cdot 10^8$	10,00
20	$3,5 \cdot 10^9$	2,5
21	$3,6 \cdot 10^{10}$	3,3
22	$4,1 \cdot 10^{11}$	2,8
23	$4,3 \cdot 10^{12}$	3,5
24	$4,4 \cdot 10^5$	4,7
25	$4,5 \cdot 10^6$	5,9
26	$5,1 \cdot 10^6$	6,2
27	$5,2 \cdot 10^7$	7,4
28	$5,3 \cdot 10^8$	8,8
29	$5,4 \cdot 10^9$	9,3
30	$5,5 \cdot 10^{10}$	0,50
31	$2,4 \cdot 10^{12}$	1,2
32	$5,7 \cdot 10^5$	3,5
33	$5,9 \cdot 10^7$	4,9
34	$4,2 \cdot 10^{12}$	10,0

Потужність експозиційної дози іонізуючого випромінювання на заданій відстані від точкового джерела з радіонуклідом заданого типу (наприклад, ^{137}Cs) визначається за формулою:

$$P^{\bullet} = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2}, \quad (3)$$

де $P^{\bullet}$ – потужність експозиційної дози, Р/год;

A – активність, Кі (табл. 2);

Γ – потужність дози в 1 мКі, яку виробляє джерело на відстані в 1 см (для ^{137}Cs – $\Gamma = 3,24 \frac{\text{Р} \cdot \text{см}^2}{\text{год} \cdot \text{мКі}}$);

r – відстань між точковим джерелом і точкою виміру, см (табл. 2).

Таблиця 2

Активність та відстань між точковим джерелом і точкою виміру

№ варіанта	Активність, А (Кі)	Відстань між джерелом і точкою виміру, r (см)
1	2	3
1	$5,7 \cdot 10^{-6}$	10
2	$8,91 \cdot 10^{-5}$	20
3	$7,84 \cdot 10^{-4}$	30
4	$1,03 \cdot 10^{-2}$	40
5	$1,08 \cdot 10^{-1}$	50
6	1,22	60
7	6,22	70
8	100	80
9	$1,14 \cdot 10^{-4}$	90
10	$6,22 \cdot 10^{-4}$	100
11	$5,95 \cdot 10^{-5}$	200
12	$6,49 \cdot 10^{-3}$	300
13	$6,76 \cdot 10^{-2}$	400
14	$7,03 \cdot 10^{-1}$	500
15	7,3	600
16	75,7	700
17	$8,38 \cdot 10^{-5}$	800
18	$8,65 \cdot 10^{-4}$	900
19	$9,19 \cdot 10^{-3}$	1000
20	$9,46 \cdot 10^{-2}$	250
21	0,973	330
22	11,08	280
23	116,22	350
24	$1,19 \cdot 10^{-5}$	470
25	$1,22 \cdot 10^{-4}$	590
26	$1,38 \cdot 10^{-4}$	620
27	$1,41 \cdot 10^{-3}$	740

Закінчення табл. 2

28	$1,43 \cdot 10^{-2}$	880
29	0,15	930
30	1,49	50
31	64,86	120
32	$1,54 \cdot 10^{-5}$	350
33	$1,59 \cdot 10^{-3}$	490
34	113,51	1000

Одиниці виміру активності, поглинутої й експозиційної доз та їхні похідні: $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^9 \text{ Бк}$; $1 \text{ мКи} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Бк}$; $1 \text{ мР} = 10^{-3} \text{ Р}$; $1 \text{ мкР} = 10^{-6} \text{ Р}$; $1 \text{ мкР/год} = 8,73 \cdot 10^{-3} \text{ мкГр/год}$; $1 \text{ аГр} = 10^{-18} \text{ Гр}$; $1 \text{ мкГр} = 100 \text{ мкР}$; $1 \text{ мкГр} \approx 1 \text{ мкЗв}$.

Завдання

1. Визначити потужність поглинутої дози іонізуючого випромінювання на заданій відстані від точкового джерела.
2. Визначити потужність експозиційної дози іонізуючого випромінювання на заданій відстані від точкового джерела.
3. Порівняти отриманий результат P^* (Р/год) з природним фоном (складає 10 мкР/год), з нормативами для житлових будинків (до 50 мкР/год) та на робочому місці (до 1,1 мР/год).
4. Зробити висновок про відповідність потужності експозиційної дози P^* вищезазначеним нормативам. У разі невідповідності, запланувати адекватні заходи щодо зменшення негативного впливу джерела іонізуючого випромінювання.

Контрольні запитання

1. Що таке іонізуюче випромінювання?
2. Які основні біологічні ефекти впливу іонізуючого випромінювання на живий організм?
3. Які існують види випромінювання та в чому полягає різниця у біологічній дії на живий організм?
4. Що таке експозиційна, ефективна, поглинена дози іонізуючого випромінювання?
5. Які системні й позасистемні одиниці застосовуються для вимірювання активності, періоду напіврозпаду, експозиційної, поглинутої, ефективної доз випромінювання та їх похідні.

Література

1. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини : [навч. посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 136 с.

2. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / І. П. Пістун. – Суми : «Університетська книга», 2000. – 301 с.
3. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Я. І. Бедрій. – Київ : Кондор, 2009. – 286 с.
4. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності : [підручник] / В. М. Ярошевська. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 560 с.

РОБОТА № 11. Розрахунок товщини захисного екрана від впливу іонізуючого випромінювання

Мета роботи: навчитися визначати потужність експозиційної дози іонізуючого випромінювання, які створюються точковим джерелом, та розраховувати товщину захисного бар'єра.

Оснащення: дозиметр-радіометр, захисні бар'єри з міді, зразок j -випромінювання.

Теоретичні відомості

Широке використання радіоактивних матеріалів і джерел іонізуючих випромінювань у практичній діяльності людини, у медицині, в енергетиці, посилення іонізуючої дії гірських порід і підземних вод за рахунок видобутку їх із земних надр на поверхню, можливість радіаційних аварій викликали необхідність розробки заходів для захисту людини від іонізуючих випромінювань.

Така система захисту включає обґрунтування припустимих лімітів впливів, законодавче забезпечення легітимності розроблених лімітів, проведення організаційних, інженерних і контрольних заходів для виконання складених регламентів. Захист персоналу від іонізуючих випромінювань заснований на чотирьох принципах: захист часом (передбачає обмеження часу перебування в зоні дії іонізуючих випромінювань і зведення до мінімуму часу проведення відповідних робіт), захист відстанню (передбачає забезпечення під час робіт із джерелами іонізуючих випромінювань максимальної відстані від джерела до людини, тому що зниження потоку випромінювання пропорційно квадрату відстані від точкового джерела), захист кількістю (передбачає використання для роботи джерел з мінімально можливим виходом іонізуючих випромінювань), захист екранами (заснований на зменшенні інтенсивності випромінювання за допомогою екранів із різних матеріалів).

Як джерело випромінювання часто використовуються ^{60}Co , ^{137}Cs активністю від десятків до сотень Ki (Кюрі) на апарат (Ki – позасистемна одиниця радіоактивності, одиниця радіоактивності в системі СІ – Бк (бекерель, $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розпад/сек}$), $1 Ki = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$).

Розрізняють 3 види захисту: захист часом, відстанню і матеріалом. Проілюструємо перші два види захисту на моделі точкового джерела гамма-випромінювання.

З джерела G гамма-фотони вилітають у всіх напрямках. Кількість їх, що проходить крізь 1 м^2 поверхні деякої сфери за 1 с , є пропорційною активності A (Ki або Бк) і зворотно пропорційною площі поверхні сфери ($4\pi r^2$). Залежність між експозиційною дозою X і активністю A радіоактивного препарату (джерела гамма-фотонів) може бути виражено таким чином:

$$\frac{X}{t} = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2}, \quad (1)$$

де Γ – гамма-стала радіонукліду ($\frac{\text{Рсм}^2}{200 \text{ мКи}}$), r – відстань від джерела

радіоактивності (см);

або:

$$X = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2} t. \quad (2)$$

Таким чином, чим більшим є час і чим більшою є відстань від джерела випромінювання, тим більшою є величина експозиційної дози. Тобто принцип *захисту* від впливу іонізуючого випромінювання *часом* і *відстанню* є досить легким: необхідно знаходитися під впливом іонізуючого випромінювання мінімальну кількість часу і на максимальній відстані.

Захист матеріалом засновано на різній спроможності речовин поглинати різні види іонізуючого випромінювання. Захист від альфа-випромінювання достатньо простий: достатньо одного аркуша паперу або шару повітря товщиною в декілька см, щоб повністю поглинути альфа-частинки. Однак, використовуючи радіоактивні джерела, потрібно оберегатися від надходження альфа-частинок усередину організму при диханні або при прийомі їжі.

Для захисту від бета-випромінювання достатньо пластин з алюмінію, плексигласу або скла товщиною в декілька см. При взаємодії бета-частинок із речовиною може з'явитися тормозне рентгенівське випромінювання, а від β^+ -частинок – β^+ -випромінювання, яке виникає при анігіляції цих частинок з електронами.

Найбільш складним є захист від «нейтрального» випромінювання: рентгенівського, гамма-променів, нейтронів. Ці випромінювання з меншою ймовірністю взаємодіють із речовиною, і тому глибше проникають у речовину. Під час розрахунку захисного бар'єра враховується те, що послаблення j -випромінювання в різних захисних матеріалах відбувається за законами широкого пучка (враховуються як первинні, так і багатократно розсіяні j -кванти).

Послаблення пучка рентгенівського і гамма-випромінювань відповідає закону:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{-\mu d}, \quad (3)$$

де Φ – характеристика поля іонізуючого випромінювання (активність, потужність дози, щільність потоку т. ін.) після захисту;

Φ_0 – характеристика поля іонізуючого випромінювання до захисту;

μ – лінійний коефіцієнт послаблення випромінювання (см^{-1}).

Коефіцієнт μ залежить від порядкового номера елемента речовини-поглиначі і від енергії гамма-фотонів.

Найбільш складним є захист від нейтронів. Рух швидких нейтронів спочатку роблять більш повільним, зменшуючи їх швидкість у речовинах, що мають у своєму складі водень. Потім іншими речовинами, наприклад кадмієм, поглинають повільні нейтрони.

Організація самостійної роботи

1. Розглянемо приклад дозиметрії при використанні гамма-терапевтичної установки з джерелом j -випромінювання цезію-137 (^{137}Cs) активністю A (Ки). Згідно з формулою (2), це джерело формує навколо себе поле іонізуючого випромінювання потужністю $P_0 = \frac{X}{t}$

(Р/год):

$$P_0 = \frac{A \cdot \Gamma}{r^2}. \quad (4)$$

Співвідношення між потужністю експозиційної дози P і товщиною захисту d згідно з (3) визначається таким чином:

$$P = P_0 e^{-\mu d} B(E, \mu d, z), \quad (5)$$

де B – фактор накопичення j -випромінювання для точкового джерела, який враховує внесок багатократного розсіювання в щільність потоку випромінювання; залежить від енергії випромінювання E , товщини d і атомного номера z захисту.

Аналогічно для співвідношення між активністю A і товщиною захисту d характерно наступне:

$$A = A_0 e^{-\mu d} B(E, \mu d, z). \quad (6)$$

При чому в умовах вузького пучка приймається $B = 1$.

При проектуванні захисту для визначення товщини захисного бар'єра визначається показник кратності послаблення K :

$$K = \frac{P_0}{P} = \frac{e^{\mu d}}{B(e, \mu d, z)}. \quad (7)$$

Значення K для свинцю, заліза, міді, бетону та т. ін. наведені в літературних джерелах із радіаційної безпеки. Для орієнтованого розрахунку кратність послаблення K можна визначити:

$$K = e^{\frac{0.693d}{d_{1/2}}} = 2^{\frac{d}{d_{1/2}}} = 2^n, \quad (8)$$

де $n = \frac{d}{d_{1/2}}$ – кількість шарів половинного послаблення, яка необхідна для досягнення $K(d)$. Товщина захисту визначається зі співвідношення $d = n \cdot d_{1/2}$

Таким чином, за співвідношеннями (5)-(6) можна визначати характеристики поля випромінювання (активність, потужність дози т. ін.) після захисного бар'єра товщиною d , а через співвідношення (7)-(8) – значення кратності послаблення j -випромінювання певної енергії.

2. У роботі передбачається вважати, що людина відчуває на собі вплив від точкового джерела гамма-випромінювання активністю A (кожен студент отримує індивідуально значення активності джерела). Потрібно визначити товщину захисту від j -випромінювання з різного виду захисного матеріалу (міді, свинцю, бетону). Значення лінійних коефіцієнтів послаблення μ подано в таблиці.

Захисний матеріал	E_0 , MeV	μ , см ⁻¹
Бетон $\rho = 2,3$ г/см ³	0,662 (цезій-137)	0,177
	1,75 (кобальт-60)	0,103
	0,25 (торій-228)	0,260
Мідь $\rho = 8,93$ г/см ³	0,662 (цезій-137)	0,638
	1,75 (кобальт-60)	0,427
	0,25 (торій-228)	0,200
Свинець $\rho = 11,34$ г/см ³	0,662 (цезій-137)	1,180
	1,75 (кобальт-60)	0,577
	0,25 (торій-228)	12,9

3. Для практичного засвоєння матеріалу в якості джерела гамма-випромінювання використовується зразок – проба піску з вмістом ²²⁸Th активністю $A_0 = 1000$ Бк.

Завдання

1. Визначити товщину захисного бар'єра від гамма-випромінювання терапевтичної установки з: міді, свинцю, бетону. Вважати, що захисний бар'єр повинен знижувати активність установки до 100 Бк.
2. За допомогою радіометра виміряти потужність експозиційної дози P , яка формується навколо зразка джерела випромінювання активності A_0 на відстані 0, 5, 10, 50 см.
3. Розрахувати активність A на відстані 5, 10, 50 см від джерела випромінювання.
4. Визначити шар половинного послаблення $d_{1/2}$ для захисного бар'єра з міді, свинцю, бетону.
5. Зробити захисний бар'єр товщини $d_{1/2}$ з міді. Перевірити дослідним шляхом зменшення у 2 рази потужності експозиційної дози за цим захисним бар'єром.
6. Розрахувати товщину захисного бар'єра d , який послаблює активність іонізуючого випромінювання до 10 Бк/кг.
7. Розрахувати величину дози (експозиційної, еквівалентної) іонізуючого випромінювання цього джерела.

Результати проміжних розрахунків оформити у вигляді таблиці:

Характеристика поля випромінювання	Результат 1-ого вимірювання	Результат 2-ого вимірювання	Результат 3-ого вимірювання	Середнє значення, $M \pm m$
P				
A				
$P(d_{1/2})$				
D_e				

Контрольні запитання

1. Які існують способи захисту від іонізуючого випромінювання?
2. У чому полягає метод захисту людини від дії іонізуючого випромінювання за допомогою захисного бар'єра.
3. Які відомі методи дозиметрії іонізуючого випромінювання?

Література

1. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини : [навч. посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 136 с.
2. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / І. П. Пістун. – Суми : «Університетська книга», 2000. – 301 с.
3. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Я. І. Бедрій. – Київ : Кондор, 2009. – 286 с.
4. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності : [підручник] / В. М. Ярошевська. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 560 с.

МОДУЛЬ 3

Організаційно-правове забезпечення безпеки життєдіяльності

РОБОТА № 12. Розрахунок та оцінка індивідуального ризику небезпеки та заходи щодо його зниження

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

Теоретичні відомості

Важливою характеристикою небезпеки є шкода – якісна або кількісна оцінка збитків, заподіяних небезпекою. Кожний окремих елемент шкоди має своє кількісне вираження: чисельність загиблих, кількість поранених чи хворих, площа ураженої території, вартість пошкоджених транспортних засобів тощо. Універсальною одиницею вираження шкоди є збитки у грошовому еквіваленті. Небезпека сама по собі вказує лише на потенційну можливість спричинення шкоди. Для оцінки її імовірності та тяжкості прояву застосовують поняття «ризик».

Хід роботи

Необхідно виконати розрахунок ризику певної особи, особисті дані якої зазначені за варіантом. Метод розрахунку наведено на прикладі розв'язання аналогічної задачі.

Приклад розрахунку кількісного оцінювання ризику небезпеки

Про людину відомо, що їй 50 повних років, чоловічої статі, мешкає у місті, є професійним будівельником (спеціальність «муляр-штукатур»). Спосіб життя людини відрізняється наявністю шкідливої звички куріння. Відомо також, що людина має власний легковий автомобіль, який використовує для приватних цілей 100 годин на рік, і це є для неї основною причиною додаткового ризику.

Розрахуйте для цієї людини сумарний ризик наразитися протягом року на смертельну небезпеку.

Визначте відносну частку кожного джерела небезпеки (у процентному співвідношенні), що формує для цієї людини загальний індивідуальний ризик, і побудуйте кругову діаграму джерел ризиків. Необхідні для розрахунку дані візьміть із додаткових таблиць 2-9, наведених нижче.

Розв'язання.

1. Оцінімо для досліджуваної людини ризик смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму: вік 50 років означає належність до вікової групи № 12 (табл. 3) відповідно шуканий ризик для людини цієї групи (табл. 3) становить

$$R_1 = 0,0084 = 8,4 \cdot 10^{-3}.$$

Застосуємо поправку, що враховує місце проживання особи (місто) та стать (чоловіча), звернувшись до табл. 4: коефіцієнт $K_{\text{пр}} = 1,45$, тому *скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму становить:*

$$R_{1\text{кор}} = K_{\text{пр}} \cdot R_1 = 1,45 \cdot 8,4 \cdot 10^{-3} = 1,22 \cdot 10^{-2}.$$

2. Оцінімо для досліджуваної людини ризик загибелі протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві: будівельні спеціальності за табл. 5 мають код 5 і ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом 1-ї години $R_2 = 6 \cdot 10^{-7}$. Кількість робочих годин протягом календарного року складає для цієї професійної групи робітників 2024 години, тому *скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві становить:*

$$R_{2\text{кор}} = 6 \cdot 10^{-7} \cdot 2024 = 1,21 \cdot 10^{-3}.$$

Якби ми досліджували ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві для особи протилежної статі (*жінки*), відповідно до даних таблиці 4 слід було б застосувати поправку, яка враховує статистику у співвідношенні нещасних випадків між чоловіками і жінками: для цієї вікової групи (50 років) складає $74 / 26 \% = 2,8$, тобто *скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку на виробництві для особи жіночої статі становило б:*

$$R_{2\text{кор_жс}} = 1 / 1,28 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3} = 4,3 \cdot 10^{-4}.$$

3. Оцінюємо для досліджуваної людини ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку в побуті:

вік 50 років означає належність до вікової групи № 12 (табл. 3) відповідно шуканий ризик для людини цієї групи (табл. 3) становить:

$$R_3 = 0,0012 = 1,2 \cdot 10^{-3}.$$

Застосуємо поправку, що враховує місце проживання особи (місто) та її стать (*чоловіча*), звернувшись до табл. 4: коефіцієнт $K_{np} = 1,6$, тому *скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок можливого нещасного випадку в побуті* становить:

$$R_{3кор} = K_{np} \cdot R_3 = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} = 1,92 \cdot 10^{-2}.$$

4. Оцінюємо для досліджуваної людини ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року, зумовлені її *індивідуальним способом життя*: за даними табл. 7 знаходимо ризик смерті курця, спричинений його шкідливою звичкою – курінням, $R_4 = 8000 \cdot 10^{-6}$, а за даними таблиці 4 застосовуємо поправочний коефіцієнт, що враховує стать (*чоловіча*) і місце проживання людини (місто) – $K_{np} = 1,45$. Тепер *скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок куріння* обчислюється як:

$$R_{4кор} = K_{np} \cdot R_4 = 1,45 \cdot 8000 \cdot 10^{-6} = 1,16 \cdot 10^{-2}.$$

Із таблиці 5 дістаємо, що для непрофесійної діяльності «Водіння автомобіля» погодинний ризик наразитися на смертельну небезпеку становить $R_5 = 1 \cdot 10^{-4}$. Оскільки за умовою задачі кількість годин водіння автомобіля протягом року становить 100 годин, *скориговане значення ризику смертельної небезпеки внаслідок ДТП* обчислюється, зважаючи на поправочний коефіцієнт $K_{np} = 1,6$ (табл. 4), що враховує стать (*чоловіча*) і місце проживання людини (місто), як:

$$R_{5кор} = K_{np} \cdot 100 \cdot R_5 = 1,6 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 1,6 \cdot 10^{-2}.$$

Якби ми досліджували ризик наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку при непрофесійному водінні автомобіля для особи протилежної статі (для *жінки*), відповідно до даних таблиці 4 слід було застосувати поправку, яка враховує статистику ризику нещасного випадку залежно від статі й місцевості, де мешкає людина: для жінок, що мешкають у місті, поправочний коефіцієнт $K_{np} = 0,28$, тому *скориговане значення ризику наразитися на смертельну небезпеку протягом року внаслідок можливого нещасного випадку, пов'язаного з водінням власного автомобіля, для особи жіночої статі* становило б:

$$R_{5кор_ж} = 0,28 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 10^{-4} = 2,8 \cdot 10^{-3}.$$

5. Оцінімо для досліджуваної людини сумарний ризик (загальний) наразитися на смертельну небезпеку протягом року, спричинений як її професійною діяльністю, так і індивідуальним способом життя:

$$R_{\text{заг}} = R_{1\text{кор}} + R_{2\text{кор}} + R_{3\text{кор}} + R_{4\text{кор}} + R_{5\text{кор}} = 1,22 \cdot 10^{-2} + 1,21 \cdot 10^{-3} + 1,92 \cdot 10^{-3} + 1,16 \cdot 10^{-2} + 1,6 \cdot 10^{-2} = 4,29 \cdot 10^{-2}$$

Висновок. Очевидно, що домінуючим внеском у сукупний (загальний) ризик наразитися на смертельну небезпеку є: $\frac{R_{4\text{кор}}}{R_{\text{заг}}} + \frac{R_{5\text{кор}}}{R_{\text{заг}}}$ (65 %), що

зумовлено індивідуальним способом життя людини.

6. Проведемо **якісний аналіз** абсолютних величин складових загального ризику для цієї людини за упорядкованою шкалою ризиків смертельних небезпек (табл. 9).

Ризик померти внаслідок соматичних та генетичних захворювань, а також через природне старіння організму становить $1,22 \cdot 10^{-2}$. Така величина серед групи високого ризику належить до розряду **екстремальних ризиків**.

Ризик померти внаслідок нещасного випадку на виробництві ($1,21 \cdot 10^{-3}$) – **дуже високий**.

Ризик наразитися на смертельну небезпеку в побуті ($1,92 \cdot 10^{-3}$) – теж **дуже високий**.

Ризик передчасної смерті внаслідок індивідуального способу життя (куріння і поїздки на автомобілі) становить ($2,76 \cdot 10^{-2}$), що класифікується як **екстремальний ризик**.

Тож загальний (сумарний) ризик передчасної смерті внаслідок цих факторів – **екстремальний**.

Задачі для самостійного розв'язку

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 2

Варіанти завдань для задачі

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вік, років	19	29	39	42	38	45	52	41	25	33
Стать	чол.	чол.	жін.	жін.	чол.	чол.	чол.	чол.	жін.	чол.
Місцевість, де проживає	село	місто	село	село	місто	місто	село	місто	село	місто
Вид проф. діяльності	фермер	пахтар	вчителька	агроном	будівельник	льотчик цивільної авіації (1800 годин нальоту)	ремісник-гончар	оператор АЕС	продавець	водій
Заняття пов'язане з додатковими факторами ризику	паління	надмірне вживання алкоголю	поїздки на велосипеді 600 км на рік	поїздки на власному авто 150 год на рік	мисливство, 200 год на рік	кінотник, 250 год на рік	спелеолог, 150 год на рік	академічна робота, 600 год на рік	пашня	лижні прогулянки, 150 год на рік

Таблиця 3

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

Вікові групи за № варіанта	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті	Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті в побуті
–	Усі літа 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 4

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

Вікові групи за № варіанта	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті	Вікові групи за №	Вікові групи, роки	Ризик смерті у побуті
–	Усі літа 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 5

**Поправочний коефіцієнт K_{np} 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 6

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

Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки	Код виду діяльності	Вид діяльності	Ризик смертельної небезпеки
Виробничі професії			15	Пожежники	$1 \cdot 10^{-7}$
1	Працівники вуглекоксівних підприємств	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$	16	Поліцейські, міліціонери, військовослужбовці	$1,5 \cdot 10^{-7}$
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 риболовецьких 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	$1,2 \cdot 10^{-5}$
10	Працівники вантажної промисловості	$4 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8}$	Непрофесійний спорт, дозвілля		
11	Працівники промисловості (в цілому)	$1,2 \cdot 10^{-7}$	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	$2,7 \cdot 10^{-5}$
14	Працівники села, фермери	$6 \cdot 10^{-8}$	31	Жокеї, кіннотники	$1 \cdot 10^{-4}$
			32	Водії автомобіля	$1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-5}$
			33	Інші види занять	$1 \cdot 10^{-8}$

Таблиця 7

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 8

**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 удуснення, 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 у повітрі приміщення	$250 \cdot 10^{-6}$

Таблиця 9

Класифікатор безпеки професійної діяльності

Категорії небезпеки	Умови професійної діяльності	Ризик загибелі 1-й 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)	$0,0001 \dots 0,0010$ ($1 \cdot 10^{-4} < R < 1 \cdot 10^{-3}$)
3	Небезпечні (зайняті у вуглекоксівному та вулканізаційному виробництві, члени екіпажів риболовецьких траулерів, будівельні робітники, верхолази, трактористи)	$0,0010 \dots 0,0100$ ($0 \cdot 10^{-3} < R < 1 \cdot 10^{-2}$)
4	Особливо небезпечні (льотчики-випробувачі, члени екіпажів військових вертольотів, водолази)	$> 0,001$ ($R > 1 \cdot 10^{-3}$)

Таблиця 10

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	

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте основні способи визначення ризику прояву небезпек.
2. Поясніть, у чому полягає відмінність концепції абсолютної небезпеки і концепції прийнятного (допустимого) ризику?
3. За якими критеріями здійснюється оцінювання ризику небезпек?
4. У який спосіб здійснюється управління ризиком?
5. Розрахуйте й оцініть індивідуальний ризик загибелі людини, спричинений негативними наслідками куріння, якщо, за даними медиків, із кожного мільйона населення планети кожні 2-3 години вмирає 1 курець.
6. Розрахуйте й оцініть індивідуальний ризик загибелі людини, спричинений негативними наслідками надмірного вживання алкоголю, якщо, за даними медиків, із кожного мільйона населення планети кожні 4-5 днів вмирає 1 людина, котра зловживала алкоголем.

Література:

1. Григор'єва Л. І. Ризик у БЖД: оцінка і управління / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, А. М. Огородник // Методичні рекомендації і збірник завдань. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 45 с.
2. Томілін Ю. А. Безпека життєдіяльності: методичні рекомендації до самостійного вивчення курсу / Ю. А. Томілін, Л. І. Григор'єва, А. М. Огородник. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 95 с.

РОБОТА № 13. Оцінка професійних ризиків і ризиків для населення

Мета роботи: оцінка ризиків для населення і професійних ризиків шляхом дослідження впливу чинників навколишнього середовища і професійної діяльності на рівень ризику.

Теоретичні відомості

Вивчаючи ризики, слід мати на увазі, що в широкому розумінні слова **ризик** – це можливість постраждати від якої-небудь небезпеки. Коли йдеться про здоров'я, то під ризиком розуміється можливість виникнення шкідливих ефектів для здоров'я певної людини або групи людей за наявності якої-небудь небезпеки.

Найважливіше місце у забезпеченні і збереженні здоров'я людини займає нині виявлення джерел і чинників ризику, а також умов, що сприяють їх виникненню. Класифікація основних джерел ризику смерті людини наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Класифікація джерел ризиків смерті людини

Джерело ризику смерті	Основні причини смерті
Внутрішнє середовище організму	Генетичні і соматичні захворювання, старіння
Природне середовище мешкання	Нещасні випадки при землетрусах, ураганах, повенях і т. п.
Штучне середовище мешкання	Нещасні випадки в побуті, на транспорті, захворюваність від забруднень зовнішнього середовища і т. п.
Професійна діяльність	Професійні захворювання, нещасні випадки на виробництві
Непрофесійна діяльність	Захворюваність і нещасні випадки в аматорському спорті і інших видах непрофесійної діяльності
Соціальне середовище	Самогубства і самоушкодження; вбивства і пошкодження, які заподіяні із злочинною метою; вбивства і поранення, що пов'язані з військовими діями
Шкідливі звички	Куріння, алкоголізм, наркоманія та ін.

Фактори ризику – це чинники, які підвищують вірогідність виникнення різних порушень здоров'я, зокрема, розвитку захворювань.

Кількісною мірою ризику є рівень ризику R , який визначається як відношення кількості подій n з несприятливими результатами, що вже здійснилися, до максимально можливої їх кількості N за певний період часу:

$$R = \frac{n}{N}. \quad (1)$$

Наприклад, травматизм зі смертельним результатом, що пов'язаний з транспортом, склав по Україні у 2013 р. $n = 6469$ люд., а населення України у тому ж році складало $N = 49,8$ млн люд. Отже, рівень ризику травматизму зі смертельним результатом від транспорту складе на одного жителя України в рік величину $R = 6469 / 49\,800\,000 = 0,00013$.

Якщо чинник ризику діє впродовж часу t , а статистичні дані отримані за часовий період T , то рівень ризику щодо цього чинника ризику визначається за виразом:

$$R = \frac{n}{N} \cdot \frac{t}{T}. \quad (2)$$

У загальному випадку реальний рівень ризику несприятливої для людини події залежить від безлічі чинників: статі, віку, роду діяльності людини, місця його проживання, способу життя, звичок, часу і т. д. Наприклад, в таблиці 2 наведено ризик смерті від нещасних випадків для чоловіків різних вікових груп.

Таблиця 2

Ризик смерті від нещасних випадків для чоловіків різного віку за даними ВООЗ (з розрахунку на 1 людину у рік) [5]

Вікові групи, № з/п	Вікові групи, роки	Ризик смерті
	<i>Всі віки</i>	0,00092
	<i>Працездатний вік (15-60)</i>	0,00097
1	0	0,00078
2	1-4	0,00031
3	5-9	0,00025
4	10-14	0,00022
5	15-19	0,00072
6	20-24	0,0011
7	25-29	0,00088
8	30-34	0,00083
9	35-39	0,00084
10	40-44	0,00089
11	45-49	0,001
12	50-54	0,0012
13	55-59	0,0013
14	60-64	0,0014
15	65-69	0,0015
16	70-74	0,0017
17	75-79	0,0027
18	80-84	0,0042
19	85 і старше	0,007

У таблиці 3 наведено дані щодо ризику смерті від хвороб однієї людини протягом року.

Таблиця 3

**Ризик смерті від хвороб (з розрахунку на одну людину у рік)
за даними ВООЗ**

Вікові групи, № з/п	Вікові групи, роки	Ризик смерті
	<i>Всі віки</i>	0,0105
	<i>Працездатний вік (15-60)</i>	0,0038
1	0	0,023
2	1-4	0,0008
3	5-9	0,0003
4	10-14	0,0002
5	15-19	0,0003
6	20-24	0,0004
7	25-29	0,0005
8	30-34	0,0009
9	35-39	0,0016
10	40-44	0,0027
11	45-49	0,0048
12	50-54	0,0084
13	55-59	0,015
14	60-64	0,025
15	65-69	0,038
16	70-74	0,059
17	75-79	0,091
18	80-84	0,143
19	85 і старше	0,240

За даними ВООЗ, стан здоров'я людей на 20-25 % визначається станом навколишнього середовища. Ризик для здоров'я людини, пов'язаний із забрудненням навколишнього середовища, виникає за таких необхідних і достатніх умов:

- 1) наявність джерела ризику (токсична речовина в ґрунті, у воді, у повітрі, в їжі та ін.);
- 2) джерело ризику навколишнього середовища повинно характеризуватися шкідливою для людини концентрацією або інтенсивністю;
- 3) присутність людини, контактуючої з джерелом ризику і сприйнятливої до його дії;
- 4) наявність шляхів передачі шкідливої дії від джерела ризику до організму людини.

Довічний ризик для здоров'я, пов'язаний з дією конкретного агента ризику, визначається за формулою:

$$R = \sum (F_i \cdot D_i \cdot a), \quad (3)$$

де R – ризик індивіда протягом життя захворіти певним захворюванням, пов'язаним з дією агента ризику;

F_i – чинник потенціалу, що характеризує вірогідність розвитку захворювання при дії певного агента ризику, який потрапляє в організм людини i -м шляхом;

$a = t/70$ – коефіцієнт, що відображає час, протягом якого індивідуум піддавався дії агента ризику (тут t – час дії в літах, а коефіцієнт 70 характеризує середню тривалість життя людини, рівну 70 рокам), D_i (мг/кг/день) – денна доза агента ризику (з розрахунку на 1 кг ваги), що потрапляє в організм людини i -м шляхом.

Чинник потенціалу для деяких канцерогенних речовин наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Дані про токсичність потенційних канцерогенів

Код речовини	Хімічна речовина	F_i при дії через оральний шлях, (мг/кг/день) $^{-1}$	F_i при дії через органи дихання, (мг/кг/день) $^{-1}$
1	Миш'як	1,75	50
2	Бензол	0,029	0,029
3	Бензопірен	11,5	6,11
4	Тетрахлористий вуглець	0,13	0,053
5	Хлороформ	0,0061	0,081
6	ДДТ	0,34	0,34
7	1,1-Дихлоретилен	0,58	1,16
8	Діелдрін	30	16
9	Гептахлор	3,4	4,5
10	Гексахлоретан	0,014	0,014
11	Метіленхлорід	0,0075	0,014
12	Тетрахлоретілен	0,051	0,0021
13	Діоксин	156000	150000
14	Вінілхлорід	2,3	0,295
15	Тріхлоретілен	0,011	0,013

Добова доза D_i надходження агента ризику до організму людини розраховується за формулами:

$$D_1 = N_1 K_{нов} / M; \quad D_2 = N_2 K_{нов} / M, \quad (4)$$

де N_1 – концентрація токсичної речовини в повітрі, мг/м³;

$K_{нов}$ – кількість повітря, яку в середньому споживає людина за день, м³;

$K_{нов}$ – кількість води, яку в середньому споживає людина за день, л;

M – середня вага людини, кг.

При розрахунку D_i слід також використовувати дані про стандартні середні характеристики людини (таблиця 5).

Таблиця 5

Стандартні середні характеристики людини

Параметр	Стандартне середнє значення
Середня вага тіла дорослої людини	70 кг
Середня вага тіла дитини	10 кг
Кількість питної води за день (дорослий)	2 літри
Кількість питної води за день (дитина)	1 літр
Кількість повітря за день (дорослий)	20 м ³
Кількість повітря за день (дитина)	5 м ³
Якщо дія відбувається протягом усього життя, то тривалість життя приймається за	70 років

Хід роботи

1. Визначення ризику для здоров'я людини залежно від стану навколишнього середовища

Заданий план міста, яке складається з трьох районів. У кожному такому районі знаходяться житлові будинки і по три заводи, належать до різних галузей промисловості. У кожному районі міста проживає певна кількість людей. Унаслідок роботи промислових підприємств у повітрі знаходиться токсична канцерогенна речовина (агент ризику) в концентрації N_1 . Ця ж речовина потрапляє в питну воду в концентрації N_2 .

Для виконання роботи у викладача необхідно отримати номер варіанта з:

- 1) кодом токсичної речовини;
- 2) концентрацією токсичної речовини в повітрі N_1 і у воді N_2 для кожного району;
- 3) перевищенням середньої по місту концентрації шкідливої речовини в повітрі робочої зони.

Для кожного з районів міста необхідно провести наступні розрахунки:

- 1) розрахувати денну дозу D_i надходження агента ризику в організм людини за формулами (4);
- 2) знайти величину ризику захворюваності на рак R_1 для дорослої людини протягом року (формула (3)) і протягом всього життя $R_N = R_1 \cdot N$;
- 3) проаналізувати щорічне додаткове число P захворювань на рак у районі, пов'язане з дією чинника ризику $P = R_1 \cdot n$;
- 4) порівняти додаткові випадки захворювання на рак S , викликані присутністю у воді і в повітрі агента ризику, з очікуваним

захворюванням на рак, викликаним всіма іншими причинами $P_{очік}$ (193 люди на 100 000 населення в рік). Ця величина складе $S = P \cdot 100 \% / P_{очік}$;

5) розрахувати ризик захворюваності на рак протягом року для працівника підприємства за умови, що концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони в K разів вище, ніж в середньому по місту, а робочий день складає 8 годин. Враховуючи, що в році 253 робочих дня по 8 робочих годин (2024 години на рік), а всього у році 365 днів, можна розрахувати, скільки в середньому годин на 1 день у році робітник дихатиме повітрям з підвищеною концентрацією шкідливої речовини: $T_{cp} = 2024 / 365 = 5,5$ годин. Далі визначити додаткову еквівалентну добову дозу надходження агента ризику з повітрям в організм робітника, яка пов'язана з його перебуванням на робочому місці $D_{1доd} = (T_{cp} N_1 K_{нов}) / 24M$, а також величину добової дози $D_{повн}$ агента ризику, який потрапляє в організм людини з повітрям (величина добової дози агента ризику, який потрапляє в організм робітника з водою, залишається без зміни) $D_{повн} = D_1 + D_{1доd}$. Тоді рівень ризику захворюваності на рак робітника протягом року R_{Ip} визначається за допомогою $D_{повн}$ і D_2 .

6) порівняти отримане значення з ризиком аналогічної захворюваності для дорослого жителя даного району;

7) використовуючи результати розрахунку, визначити найбільш сприятливий для життя район;

8) побудувати діаграму, що характеризує ризик захворюваності на рак для робочих різних галузей промисловості.

2. Визначення сумарного ризику смерті для людини (за рік) з урахуванням ризику смерті від хвороб

Розрахувати середній ризик R_{cp} на одну людину за рік для цього виду діяльності (в році 2024 робітників години) $R_{cp} = 2024 \cdot R$, де R – рівень ризику смерті для цієї галузі (табл. 6).

Таблиця 6

Ризик смертельних результатів для різних видів професійної та непрофесійної діяльності (на людину за годину), за даними Америки, Великобританії, України

Код виду діяльності	Вид діяльності	Рівень ризику
Промислові професії		
1	Робітник вуглекоксуючого підприємства	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$
2	Робітник, пов'язаний з процесом вулканізації	$5 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-6}$
3	Екіпаж риболовецького траулера	$6 \cdot 10^{-7}$

Практичні і розрахунково-графічні роботи з дисципліни
«Безпека життєдіяльності»

Закінчення табл. 6

4	Робітник вугільної шахти	$5 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-7}$
5	Будівельний робітник	$6 \cdot 10^{-7}$
6	Робітник гончарного і керамічного виробництва	$25 \cdot 10^{-8}$
7	Робітник підприємства атомної енергетики (нерадіаційний ризик)	$4 \cdot 10^{-8}$
8	Робітник паперової, харчової, друкарської промисловості	$5 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-8}$
9	Робітник швейної і взуттєвої промисловості	$5 \cdot 10^{-10} - 5 \cdot 10^{-9}$
10	Робітник оброблювальної промисловості в цілому	$4 \cdot 10^{-8} - 6 \cdot 10^{-8}$
11	Робітник всієї промисловості	$12 \cdot 10^{-8}$
Непромислові професії		
12	Працівник торгівлі	$35 \cdot 10^{-9}$
13	Працівник сфери обслуговування	$5 \cdot 10^{-8}$
14	Працівник сільського господарства	$6 \cdot 10^{-8}$
15	Пожежник	$1 \cdot 10^{-7}$
16	Поліцейський	$15 \cdot 10^{-8}$
17	Водій-професіонал	$3 \cdot 10^{-7}$
18	Боксер-професіонал	$4 \cdot 10^{-7}$
19	Верхолаз	$32 \cdot 10^{-7}$
20	Тракторист	$42 \cdot 10^{-7}$
21	Екіпаж цивільного літака	$21 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-6}$
22	Льотчик-випробувач	$6 \cdot 10^{-5}$
23	Екіпаж військового вертольоту	$12 \cdot 10^{-6}$
Непрофесійний спорт		
24	Велосипед	$3 \cdot 10^{-7}$
25	Бокс	$45 \cdot 10^{-8}$
26	Охота	$7 \cdot 10^{-7}$
27	Лижі	$71 \cdot 10^{-8}$
28	Мотоцикл	$67 \cdot 10^{-7}$
29	Веслування	$1 \cdot 10^{-5}$
30	Альпінізм	$27 \cdot 10^{-6}$
31	Висотні сходження	$4 \cdot 10^{-5}$
32	Скачки	$1 \cdot 10^{-4}$
33	Скачки з перешкодами	$5 \cdot 10^{-4}$
34	Спортивні автогонки	$1 \cdot 10^{-3}$

Розрахувати ризик смерті людини R_{40} за всю професійну діяльність (40 років). Наприклад, $R_{40} = 40$, $R_{cp} = 0,048$. Ця величина означає загибель на виробництві 48 робочих з кожної 1000 робочих протягом 40 років.

Розрахувати ризик смертельного результату на даному підприємстві за рік за формулою $R_n = \Sigma (R_{cp} R_i)$ кл. роб. Для цього спочатку визначити,

наскільки частіше (або рідше) виявляється ризик у кожній віковій групі порівняно з середнім для працездатного віку значенням ризику. Наприклад, середній рівень ризику для працездатного віку $R_{сртр}$ складає 0,00097, а рівень ризику R_i для 6-ї вікової групи дорівнює 0,0011, тоді для 6-ї вікової групи $R_6 = 0,0011 / 0,00097 = 1,13$, тобто рівень ризику буде в 1,13 раз вище середнього.

Для кожної вікової групи розрахувати загальний смертельний рівень ризику $R_{заг}$ (від хвороб і виробничого травматизму) $R_{заг} = \text{ризик смерті}_i + R_{ср}$, де *ризик смерті_i* треба узяти з табл. 3.

Побудувати графік залежності ризику смерті людини від вікової групи в кожному районі. Провести порівняльний аналіз.

Завдання

1. Розрахувати ризик захворюваності на рак для дорослої людини протягом року.
2. Розрахувати ризик захворюваності на рак для дорослої людини протягом усього життя.
3. Щорічна додаткова кількість захворювань на рак у певному місті, пов'язане з дією чинника ризику.
4. Порівняти додаткові випадки захворювання на рак, викликані присутністю у воді і повітрі агента ризику, з очікуваним захворюванням на рак, викликаним всіма іншими причинами (дослідження, проведені у Америці, показують, що ця величина складає 193 випадки на 100 000 чоловік за рік). Ризик захворюваності на рак протягом року для працівника підприємства за умови, що концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони в K разів більше, ніж у середньому по місту, а робочий день складає 8 годин.
5. Провести порівняльний аналіз.
6. Зробити висновок

Контрольні запитання

1. Що таке ризик?
2. Назвіть основні джерела ризику для людини.
3. Що таке чинник ризику? Перерахуйте основні чинники ризику для людини.
4. Що таке небезпека? Які класи небезпечних речовин Ви знаєте?
5. Як визначається кількісна міра ризику?
6. Від чого залежить рівень ризику для конкретної людини?
7. За яких умов виникає ризик для здоров'я людини, пов'язаний із забрудненням навколишнього середовища?

8. Які задачі вирішує аналіз ризиків?
9. Що таке індивідуальний ризик?
10. Що таке ризик популяції?

Література

1. Григор'єва Л. І. Ризик у БЖД: оцінка і управління / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, А. М. Огородник // Методичні рекомендації і збірник завдань. – М. : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 45 с.
2. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / В. С. Джигирей, В. І. Жидацький. – Львів : Афіша, 2000. – 255 с.
3. Томілін Ю. А. Безпека життєдіяльності : методичні рекомендації до самостійного вивчення курсу / Ю. А. Томілін, Л. І. Григор'єва, А. М. Огородник. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 95 с.

РОБОТА № 14. Методи надання першої долікарської допомоги постраждалим

Мета роботи: засвоїти практичні методи надання першої допомоги потерпілим.

Теоретичні відомості

Найперше завдання при ліквідації наслідків дії небезпечних і шкідливих факторів на людину – надання першої долікарської допомоги постраждалим (рис. 1).

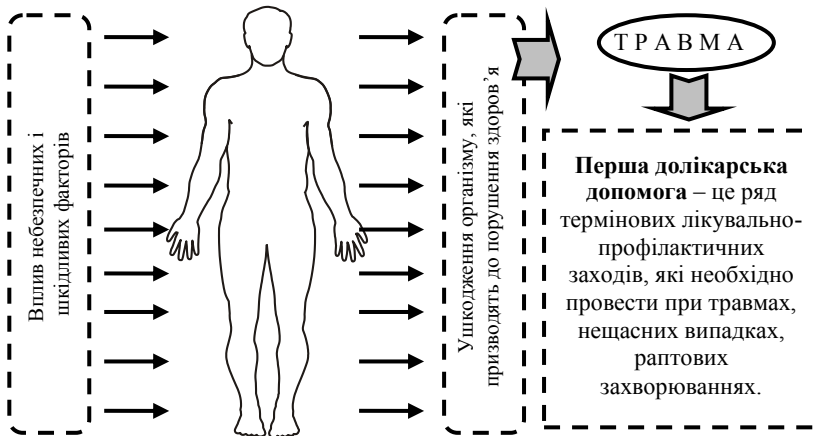


Рис. 1. Поняття «травма» і «перша долікарська допомога»

Для надання відповідної долікарської допомоги необхідно, насамперед, правильно класифікувати одержану постраждалим травму.

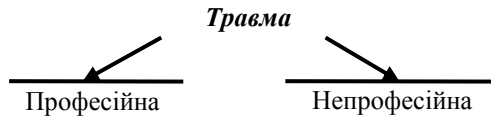


Рис. 2. Класифікація травм залежно від виду діяльності постраждалого

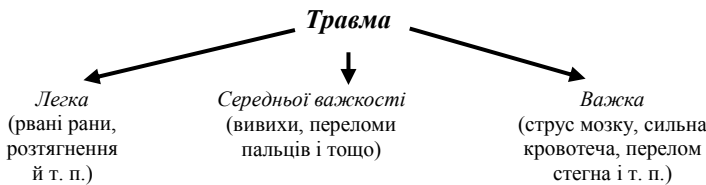


Рис. 3. Класифікація травм за ступенем важкості

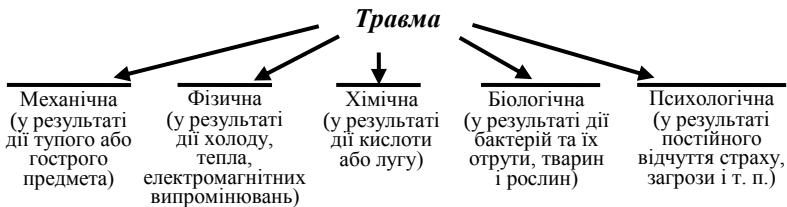


Рис. 4. Класифікація травм залежно від впливових факторів

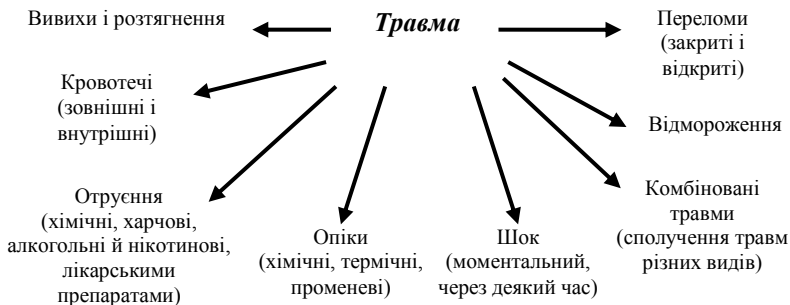


Рис. 5. Класифікація травм за формою прояву

Короткі теоретичні відомості щодо надання першої допомоги наведено у додатку.

Хід роботи

Ознайомившись із загальними відомостями, необхідно приступити до виконання роботи. Робота полягає у вирішенні практичних завдань. Кожне завдання описує ситуацію одержання людиною травми. Потрібно класифікувати травму (залежно від виду діяльності постраждалого, за ступенем важкості, від факторів, що впливають, за формою прояву) і розробити стратегію надання першої медичної допомоги потерпілому в цій ситуації (табл. 1).

Варіанти завдання (табл. 2) видаються викладачем.

Таблиця 1

Стратегія надання першої медичної допомоги потерпілому

Класифікація травми	Стратегія надання першої медичної допомоги потерпілому
від виду діяльності постраждалого:	
за ступенем важкості:	
залежно від факторів, що впливають:	
за формою прояву:	

Таблиця 2

Варіанти завдань

№ з/п	Опис ситуації
1	Травма голови від гострого предмета. Рана кровоточить. Свідомість присутня. Потерпілий марить
2	Перелом руки і стегна в результаті падіння з висоти. Перелом закритий, сильний біль, підвищена говірливість постраждалого
3	Ушкодження рук гострим різальним інструментом. Сильна венозна кровотеча. Шок
4	Хімічний опік обличчя. Неглибокі рани на тілі в результаті падіння. Втрата свідомості
5	Глибокі рвані рани в результаті укусу людини бездомною собакою. Закритий перелом руки в результаті падіння
6	Термічний опік другого ступеня обох ніг. Відсутність свідомості. Сильний біль
7	Отруєння вигарним газом. Дихальна діяльність пригнoblена
8	Потерпілий випадково випив кислоту. Затримка подиху
9	Отруєння лугом. Втрата свідомості і падіння постраждалого у результаті чого утворилось багато поверхневих ран

Закінчення табл. 2

10	Обмороження ніг третього ступеня. Відсутність чутливості пальців ніг. Сильний біль
11	Травма спини в результаті падіння з висоти. Сильний біль, що підсилюється при русі
12	Сильне харчове отруєння. Біль у шлунку, блювота, підвищення температури
13	Відкрита травма черепа, рясна кровотеча, втрата свідомості
14	Загальний перегрів організму. Підвищення температури тіла
15	Венозна кровотеча. Втрата свідомості
16	Падіння з висоти і втрата свідомості
17	Хімічне отруєння засобами проти шкідників. Блювота, поблідіння
18	Перелом ноги в результаті ожеледиці. Набряк, біль, запаморочення
19	Закритий перелом руки в результаті падіння
20	Отруєння чадним газом
21	Шок
22	Отруєння наркотичними засобами
23	Забій копчика в результаті падіння з ковзанів
24	Утоплення. Відсутність дихання та пульсу
25	Перелом кісток зап'ястя в результаті удару об твердий предмет
26	Потерпілий випадково випив луг
27	Перелом ребер внаслідок удару об кермо при ДТП
28	Венозна кровотеча в результаті падіння зі стерту (роликів)
29	Травма черепа в результаті удару
30	Удар електричним струмом. Провід у руках, почервоніння рук, відсутність пульсу

Контрольні запитання

1. Які існують види кровотечі?
2. Які існують термічні ураження?
3. Яка перша допомога при обмороженні?
4. Що заборонено робити при термічних опіках?
5. Що необхідно першочергово робити при хімічних опіках?
6. Які бувають види отруєння?
7. Які дії необхідно виконати в ході допомоги постраждалому при ураженні електричним струмом?
8. Які захворювання можуть виникнути в результаті ураження електричним струмом.

Література

1. Безопасность жизнедеятельности / [Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Залунин В. Ф., Довгаль В. Ф.]. – Ч. 3. – Днепропетровск : УК ОИМА – Пресс, 2005. – 196 с.
2. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини : [навч. посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 136 с.

СПИСОК ДОПОМІЖНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безопасность жизнедеятельности / [Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Залунин В. Ф., Довгаль В. Ф.]. – Ч. 3. – Днепропетровск : УК ОИМА – Пресс, 2005. – 196 с.
2. Безопасность жизнедеятельности : [учебник] / Под ред. проф. Э. А. Арустамова. – [10-е изд., перераб. и доп.]. – М., 2006. – 476 с.
3. Безпека життєдіяльності у повсякденних умовах виробництв, побуту та у надзвичайних ситуаціях / [Захарченко М. В., Орлов В. М., Голубев А. К., Тітенко В. Ф.]. – Київ, 2006. – 160 с.
4. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / [Лушкін В. А., Торкатюк В. І., Коржик Б. М., Ачкасов А. Є., Ніколаєнко Л. Ф.]. – Житомир, 2001. – 671 с.
5. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / [Скобло Ю. С., Соколовська Т. Б., Мазоренко Д. І., Тіщенко Л. М., Троянов М. М.]. – К. : Кондор, 2003. – 421 с.
6. Бедрій Я. І. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Я. І. Бедрій. – Київ : Кондор, 2009. – 286 с.
7. Григор'єва Л. І. Іонізуюче випромінювання та його вплив на організм людини : [навч. посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, І. М. Рожков. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 136 с.
8. Григор'єва Л. І. Ризик у БЖД: оцінка і управління / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін, А. М. Огородник // Методичні рекомендації і збірник завдань. – М. : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 45 с.
9. Григор'єва Л. І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище : [навчальний посібник] / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2005. – 174 с.
10. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. – Міністерство охорони здоров'я України. – К., 1996. – 28 с.
11. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / В. С. Джигирей, В. І. Жидецький. – Львів : Афіша, 2000. – 255 с.
12. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності : [навчальний посібник] / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – К. : Каравела, 2005. – 327 с.

13. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій / За загальною редакцією В. В. Могильниченка. – Т. 1. : Техногенна та природна небезпека. – К. : КІМ, 2007. – 636 с.
14. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності людини / В. М. Лапін. – Львів : Львівський банківський коледж, 2001. – 192 с.
15. Піскунова Л. Е. Безпека життєдіяльності : [підручник] / Л. Е. Піскунова, В. А. Прилипко, Т. О. Зубок. – К. : Академія, 2012. – 224 с.
16. Практикум з курсу «Безпека життєдіяльності» : [для студентів вищих навчальних закладів] / [В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.] ; за ред. проф. В. В. Березуцького. – Х. : Факт, 2005. – 168 с.
17. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності : [навч. посібник] / І. П. Пістун. – Суми, 2002. – 301 с.
18. Томілін Ю. А. Безпека життєдіяльності: методичні рекомендації до самостійного вивчення курсу / Ю. А. Томілін, Л. І. Григор'єва, А. М. Огородник. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. – 95 с.
19. Ярошевська В. М. Безпека життєдіяльності : [підручник] / В. М. Ярошевська. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 560 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Перша допомога при кровотечах

Кровотеча – це витікання крові з судин, що настає найчастіше в результаті їхнього ушкодження. При кровотечах головна небезпека пов'язана із втратою крові й виникненням у зв'язку із цим гострого недостатнього кровопостачання тканин. Недостатнє постачання органів киснем викликає порушення їхньої діяльності, у першу чергу це стосується мозку, серця й легенів.

Перша допомога при зовнішніх кровотечах

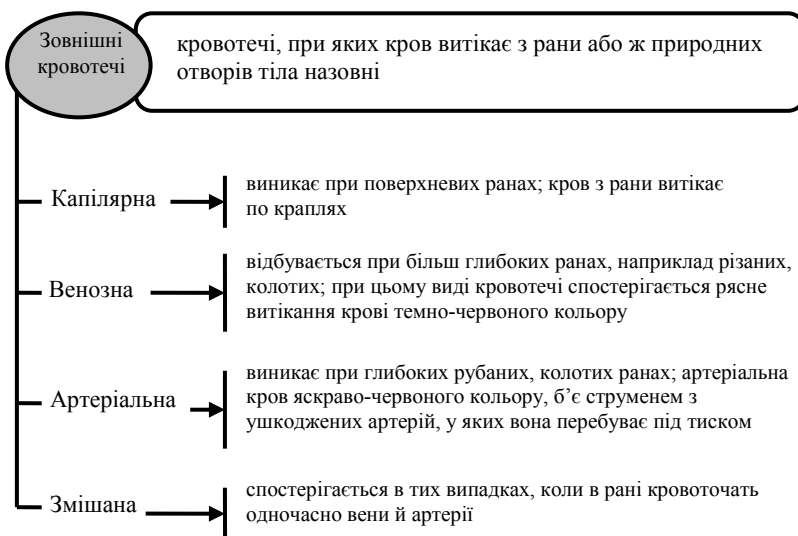


Рис. 1. Види зовнішніх кровотеч

Перша допомога при капілярній кровотечі. При капілярній кровотечі втрата крові порівняно невелика. Таку кровотечу можна швидко зупинити, наклавши на ділянку, що кровоточить, чисту марлю, поверх марлі – шар вати, і перев'язавши рану. Якщо під рукою немає ні марлі, ні бинта, то місце, що кровоточить, можна перев'язати чистою носовою хусткою. Накладати прямо на рану волохату тканину не можна, тому що на її ворсинках перебувають численні бактерії, які можуть викликати зараження рани. З цієї ж причини безпосередньо на відкриту рану не можна накладати й вату.

Перша допомога при венозній кровотечі. Венозна кровотеча, поряд зі значною втратою крові, таїть у собі небезпеку того, що при пораненнях вен, особливо шийних, може відбутися усмоктування повітря в судини через ушкоджені місця. Повітря, яке проникає в судину, може потім потрапити і в серце. У таких випадках виникає повітряна емболія, небезпечна для життя потерпілого.

Венозна кровотеча найкраще зупиняється тугою пов'язкою. На ділянку, що кровоточить, накладають чисту марлю, поверх неї – розгорнутий бинт або складену в кілька разів марлю, у крайньому випадку – складену чисту носову хустку. Таким чином здійснюється тиск на відкриті кінці ушкоджених судин, що дозволяє здавити їх, – і кровотеча припиняється.

Якщо при наданні допомоги немає під рукою тугої пов'язки, а в потерпілого сильна кровотеча з ушкодженої вени, місце, яке кровоточить, треба відразу здавити пальцями. При кровотечі з вени верхньої кінцівки в деяких випадках досить просто підняти руку нагору. Але у всіх випадках на рану варто накласти пов'язку. Найбільш зручним для таких цілей є індивідуальний перев'язний пакет, що продається в аптеках.

Перша допомога при артеріальній кровотечі. Артеріальна кровотеча є найнебезпечнішою з усіх видів кровотеч, тому що при ньому може швидко наступити повне знекровлювання потерпілого. При кровотечах із сонної, стегнової або ж пахвової артерій людина може загинути через три або навіть через дві з половиною хвилини.

Артеріальну кровотечу, як і венозну, можна зупинити за допомогою тугої пов'язки.

При кровотечі з великої артерії варто негайно зупинити приплив крові до ушкодженої ділянки, придавивши артерію пальцем вище місця поранення. Однак ця міра є тимчасовою, артерію притискають пальцем доти, поки не підготують і не накладуть тугу пов'язку.

При кровотечі зі стегнової артерії накладання однієї тугої пов'язки, іноді виявляється недостатнім. У таких випадках доводиться накладати петлю або джгут. Якщо ж під рукою немає стандартного джгута, то замість нього можна застосувати імпровізований джгут – косинку, носову хустку, краватку, підтяжки.

Джгут або петлю на кінцівку накладають відразу ж вище місця кровотечі. Для цього дуже зручно використовувати індивідуальний перев'язний пакет. Щоб не зашкодити шкіру і нерви, місце накладання джгута або петлі покривають шаром марлі.

Накладений джгут або петля повністю припиняють приплив крові в кінцівку. Тому якщо їх залишити на кінцівці на тривалий час, то може відбутися її омертвіння. У зв'язку із цим їх застосовують тільки у виняткових випадках, зокрема, на плечі й стегні (при відриві частини кінцівки, при ампутаціях).

Потерпілого з накладеним джгутом або петлею протягом двох годин обов'язково варто доставити в лікувальну установу для спеціальної хірургічної обробки.

Кровотечу з верхньої кінцівки можна зупинити за допомогою пакетика бинта, вкладеного в ліктьовий згин або в пахову западину, при одночасному стягуванні кінцівки джгутом. Подібним чином роблять і при кровотечах нижньої кінцівки, вкладаючи в підколінну ямку валик, правда, такий спосіб зупинки кровотечі застосовується не часто.

При кровотечі з головної шийної артерії – сонної – варто негайно зажати рану пальцями або ж кулаком, після цього рану набивають більшою кількістю чистої марлі. Цей спосіб зупинки кровотечі називається тампонуванням.

Після перев'язки судин, що кровоточать, постраждалого варто напоїти яким-небудь безалкогольним напоєм і якнайшвидше доставити в лікувальну установу.

Перша допомога при інших зовнішніх кровотечах. Першу допомогу доводиться робити не тільки при кровотечах з ран, але й при деяких інших видах зовнішніх кровотеч.

Кровотеча з носа виникає при ударі в ніс, сильному чханні, при важких травмах черепа, а також при деяких захворюваннях, наприклад, при грипі.

Потерпілого укладають на спину із трохи піднятою головою, на перенісся, шию і область серця кладуть холодні компреси або лід. Потерпілий стискає пальцями крила носа. При носовій кровотечі не можна промивати ніс водою. Кров, що стікає в носоглотку, потрібно випльовувати.

Кровотечу після видалення зуба можна зупинити, поклавши на місце вилученого зуба марлеві кульки, що хворий затискає зубами.

Кровотеча з вуха спостерігається при пораненнях зовнішнього слухового проходу і при переломах черепа. На поранене вухо накладають чисту марлю, а потім перев'язують. Потерпілий лежить із трохи піднятою головою на здоровому боці. Робити промивання вуха не можна.

Кровотеча з легенів виникає при сильних ударах у грудну клітку, переломах ребер, при туберкульозі. Потерпілий відкашлює яскраво-червону пінисту кров, дихання при цьому утруднене.

Потерпілого укладають у напівсидячому положенні, під спину йому підкладають валик, на який він може обпертися. На відкриті груди кладуть холодний компрес. Хворому забороняють говорити й рухатися.

Кровотеча зі стравоходу виникає при його пораненні або ж при розриві його вен, розширених при деяких захворюваннях печінки. Шлункова кровотеча спостерігається за наявності виразки шлунка або пухлини, які роз'їдають судини, що проходять у його стінках, а також при травмах шлунка.

Перша допомога при внутрішніх кровотечениях

Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами. На черевну область кладуть холодний компрес. Потерпілому не можна пити та їсти. Необхідний повний спокій. При кровотечениях із травного тракту необхідне термінове хірургічне втручання.

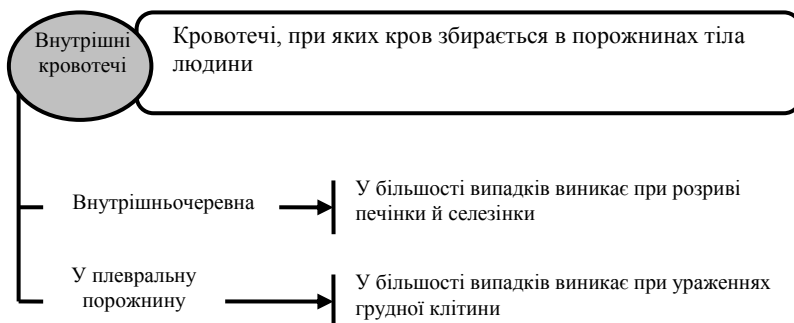


Рис. 2. Типи внутрішніх кровотеч

Перша допомога при внутрішньочеревних кровотечениях. Потерпілого укладають у напівсидячому положенні із зігнутими в колінах ногами, на область живота кладуть холодний компрес. Не можна давати пити і їсти. Необхідно забезпечити негайне транспортування хворого в лікувальну установу.

Перша допомога при кровотечениях у плевральну порожнину. При кровотечі в плевральну порожнину дихання утруднене, при значній кровотечі потерпілий задихається. Його укладають у напівсидячому положенні із зігнутими нижніми кінцівками, на грудну клітку кладуть холодний компрес. Хворий потребує термінової госпіталізації.

Перша допомога при розтягненнях і вивихах

Розтягнення і вивихи – хворобливі uszkodження тканин в області суглобів.

Перша допомога при розтягненнях. При будь-якому розтягненні необхідно, перш за все, зменшити біль у постраждалого. Потім необхідно іммобілізувати поранений суглоб. Для цього при невеликій пухлині можна застосувати еластичний бинт. Додатково можна зробити компрес для зменшення пухлини. При розтягненні необхідно звернутися за допомогою до лікаря, тому що при такому uszkodненні не виключена тріщина кістки.

Перша допомога при вивихах. Вивихи легко визначаються за зміною зовнішнього вигляду суглоба і за скривленням. Потерпілий може рухати вивихнутою кінцівкою, але з великою напругою, причому кожен рух надзвичайно болісний. Суглоб опухає. Вивихнута кінцівка вимагає дуже обережного догляду. Її іммобілізують у тому положенні, яке вона прийняла після травми. Не можна самим уживати які-небудь спроби до вправлення вивихнутої кінцівки, оскільки будь-який змушений рух заподіює сильний біль і, крім того, при вивиху можливий перелом кістки. Тому, не відкладаючи, треба звернутися за допомогою до лікаря.

Перша допомога при переломах

Перелом – це порушення цілості кісток. Кістка хоча і є найбільш твердою із всіх тканин організму, але її міцність також має певні межі.

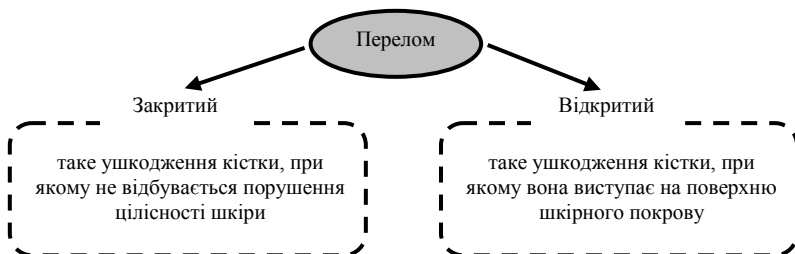


Рис. 3. Типи переломів

Перша допомога при закритих переломах. Типовою ознакою закритого перелому є пухлина, а в деяких випадках – зміна зовнішнього вигляду uszkodженої ділянки тіла, зокрема, скривлення, особливо характерне для важких переломів кінцівок. Рухи сусідніх суглобів супроводжуються сильним колочим болем у місці перелому.

Перелом кістки є важким пораненням і вимагає негайного надання першої допомоги. Переламаною кінцівкою в жодному разі не можна робити різких рухів, за неї не можна тягти. Одним із симптомів перелому є хрускіт (крепітація) у місці перелому, однак перевіряти цей симптом шляхом несильного впливу на переламані кістки не можна. Біль при переломі зумовлюється пораненням окістя, де досить багато нервових закінчень.

На місце закритого перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Якщо потерпілого мучить спрага, то його варто напоїти, найкраще якою-небудь мінеральною водою. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити в лікувальну установу для хірургічної обробки.

Перша допомога при відкритих переломах. При відкритому переломі уламки кісток не можна заштовхувати в рану. Відкритий перелом спочатку обробляють за принципом обробки ран, а потім уже як перелом. На місце перелому накладається компрес із препаратом оцтовокислого алюмінію. Потім переламану кінцівку або ж частину тіла іммобілізують. Після ретельної іммобілізації переламаної ділянки тіла постраждалого варто доставити в лікувальну установу для хірургічної обробки.

Перша допомога при опіках

Опік – ушкодження тканин організму, викликане впливом високої температури, деяких хімічних речовин або радіаційних променів.

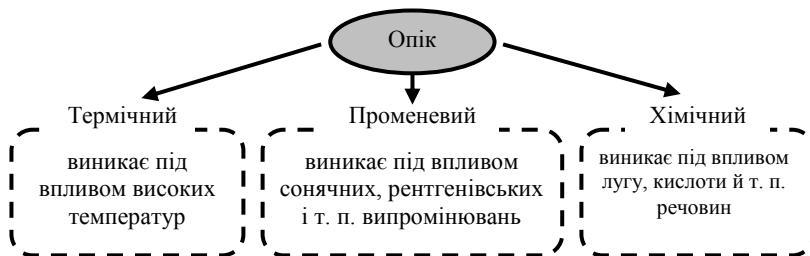


Рис. 4. Типи опіків

Незалежно від факторів, які викликали появу опіку, розрізняють чотири ступені опіків:

- I – почервоніння і набряк шкіри;
- II – поява міхурів, наповнених жовтуватою рідиною – плазмою крові;

III – утворення струпів як результат місцевого некрозу (омертвіння) тканин;

IV – обвуглювання тканин.

Перша допомога при термічних і променевих опіках.

Насамперед, постраждалого варто винести із зони дії джерела високої температури, загасити палаючі частини одягу за допомогою простирадл, ковдр, пальто або ж води.

Обробка обпалених поверхонь тіла повинна проводитися в чистих умовах. Рот і ніс потерпілого повинні бути за можливістю закриті марлею або хоча б чистою носовою хусткою або косинкою для того, щоб при розмові й подиху з рота й носа на обпалені місця не потрапляли хвороботворні бактерії, здатні викликати зараження.

До обпалених місць не можна доторкатися руками, не слід проколувати міхури, відривати прилиплі до місць опіку частини одягу. Обпалені місця потрібно прикрити чистою марлею, при великих опіках для цих цілей використовують чисті пропрасовані простирадла. Як виняток, замість марлі можна використати чисті носові хустки. Дуже зручно для цих цілей застосовувати спеціальні пакети.

Постраждалого варто укутати в ковдру, але не перегрівати його, напоїти великою кількістю рідини (чаєм, мінеральною водою), після чого негайно транспортувати в лікувальну установу. Обпалену поверхню забороняється змазувати мазями і засипати порошками.

Перша допомога при хімічних опіках. Характер надання першої допомоги при хімічних опіках залежить від того, якою речовиною вони викликаються.

При *опіках розчином кислоти* уражену поверхню потрібно обливи великою кількістю води, краще тримати це місце під струменем води протягом 10-15 хвилин, потім змити слабким розчином лугу (одна ложка питної соди на склянку води).

Опик, викликаний розчином лугу, промивають великою кількістю води протягом 10-15 хвилин, уражену поверхню змочують слабким розчином (1-2 %) оцтової або лимонної кислоти.

Опик негашеним вапном обмивати водою **не можна**.

Після виконання необхідних процедур постраждалого негайно транспортувати в лікувальну установу.

Перша допомога при відмороженнях

Відмороження – ушкодження тканин організму, викликане впливом низької температури.

Найчастіше відмороженню піддаються ніс, вуха, пальці рук і ніг. При відмороженні спочатку відчувається мерзлякуватість, відчуття холоду, змінювані онімінням.

Розрізняють IV ступеня відмороження. При відмороженнях *I ступеня* характерною ознакою є збліднення шкіри, різке зниження або повна відсутність чутливості. Цей ступінь відмороження оборотний, і при зігріванні з'являється синюшно-червоний відтінок шкіри, відчуття печіння, набряклість тканин, а також тупі болі звичайно проходять через кілька днів. Загальний стан потерпілого погіршується незначно. При відмороженні *II ступеня* після зігрівання на шкірі з'являються міхури із прозорою білою або кров'янистою рідиною. Значно погіршується загальний стан: підвищується температура, турбує озноб, знижується апетит і порушується сон. Шкіра тривалий час залишається синюшною зі зниженою чутливістю. Для відмороження *III ступеня* характерні омертвіння всіх шарів шкіри й м'яких тканин (при цьому навколо вогнища утвориться запальний вал, а через 3-5 днів може розвинути гангрена), озноб, рясний піт, апатія. При відмороженнях *IV ступеня* настає омертвіння не тільки м'яких тканин, але й кістки.

Перша допомога при відмороженнях. Необхідно якнайшвидше зігріти хворого – перенести (або перевезти) у тепле приміщення. Потім зігріти ушкоджену частину тіла розтиранням відмороженої ділянки чистими руками або змоченими спиртом, горілкою або одеколоном до появи чутливості, почервоніння шкіри. Крім того, варто напоїти гарячим міцним чаєм, кавою або молоком. Не можна розтирати відморожені ділянки тіла снігом, бо це може бути причиною додаткового ушкодження і занесення інфекції, а також розтирати і масажувати шкіру з міхурами. У цьому випадку зігрівати можна за допомогою теплих ванн, поступово (протягом 30 хв) підвищуючи температуру води з 20 до 40 °С. Після цих процедур уражену ділянку тіла треба насухо протерти, закрити чистою (краще стерильною) серветкою або пов'язкою і укутати чим-небудь теплим. Жиром і різними мазями місце відмороження змазувати не можна.

Перша допомога при отруєннях

Отруєння – група захворювань, які зумовлені впливом на організм отрути різного походження.

Отрута – це шкідлива речовина, яка згубно діє на функціонування організму, порушує обмін речовин. Дія отрути проявляється у вигляді отруєння, результат якого може бути смертельним.



Рис. 5. Типи отруєнь людини

Перша допомога при отруєннях газами. Окис вуглецю утворюється при неповному згорянні вугілля; ця сполука міститься у світильному газі і вихлопних газах автомобілів. Отруєння окисом вуглецю настає у випадках опалювання приміщення вугіллям при передчасному закритті грубої труби, при впливі світильного газу, а також у закритих гаражах при працюючому моторі.

Потрапляючи в організм при вдиханні, газ швидко проникає в червоні кров'яні тільця, тим самим перешкоджаючи надходженню в них кисню. Отруєння окисом вуглецю проявляється головними болями, слабкістю, запамороченням, шумом у вухах, нудотою й блювотою, втратою свідомості й нарешті смертю. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря і негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Небезпека отруєння *вуглекислим газом* виникає при горінні, бродінні у виноробних підвалах, колодязях. Проявляється серцебиттям, шумом у вухах, відчуттям тиску у грудній клітці, втратою свідомості. Потерпілого потрібно винести на свіже повітря й негайно почати проводити заходи щодо оживлення.

Перша допомога при отруєннях харчовими продуктами. У побуті найчастіше спостерігається *отруєння грибами*. Навіть їстівні гриби можуть стати шкідливими при повторному підігріванні. Шкідлива дія отруйних грибів залежно від їхнього виду різна. Органи травлення можуть бути уражені блідою поганкою й іншими отруйними грибами.

На печінку і нирки шкідливо впливають зелена і біла поганки. Симптоми отруєння настають через 6-12 годин після вживання. Спочатку з'являються болі в животі, діарея, потім – слабкість, відчуття повної знемоги, зменшення кількості сечі, що виділяється.

На нервову систему негативно впливають отруєння мухомором червоним. Уже через півгодини після їхнього вживання в їжу з'являються головні болі, шум у вухах, припливи жару до обличчя, збудження, багатослівність і, нарешті, втрата свідомості.

Усі види отруєння грибами вимагають термінової допомоги. Необхідно відразу ж викликати блювоту, дати потерпілому активоване вугілля, молоко і викликати швидку допомогу.

У старих м'ясних консервах, зіпсованих копченостях, м'яси утворюється *м'ясна отрута*, яка називається ботулінічним токсином. Ознаки отруєння з'являються через 12-30 годин після вживання зіпсованих продуктів у вигляді блювоти, діареї, головного болю, роздвоєного бачення, порушення ковтання, паралічу кінцівок. Може

наступити смерть через ослаблення серцевої діяльності і паралічу дихального центру.

При отруєнні ботулотоксином варто негайно викликати блювоту, напоїти отруєного молоком, дати йому активоване вугілля (карболен) і відразу ж викликати швидку допомогу.

Сальмонельоз виникає при вживанні в їжу несвіжих картопляних і рибних салатів. При цьому може виникнути діарея, що супроводжується болями в животі. У цьому випадку йдеться про хвороботворні мікроорганізми – сальмонели, що розмножуються в салатах протягом 10-12 годин. Постраждалому варто дати активоване вугілля і викликати швидку допомогу.

Перша допомога при отруєнні хімічними речовинами. У випадках, коли кислота потрапляє всередину організму людини, на обличчі з'являється опік (на губах, у кутах рота). Слизувата оболонка порожнини рота стає білого кольору, потерпілий скаржить на сильний біль по всьому шлунковому тракту, голос стає хрипким, з'являється задишка, може наступити колапс. Перша допомога *при отруєнні кислотами* полягає в промиванні шлунка великою кількістю води з додаванням паленої магнезії (30 г на 200 мл води), вживанні великої кількості води зі шматочками льоду. Добре давати постраждалому молоко, сирий яєчний білок, відвар лляного насіння, соняшникове масло.

Якщо *усередину потрапила лужна речовина*, виникає опік слизуватої: з'являється блювота маслянистими масами чорного кольору, сильне слиновиділення, біль у роті, глотці й стравоході, ускладнюється ковтання. Насамперед, необхідно промити шлунок підкисленою водою (100 мл розчину оцту на 1 л води) до припинення блювоти. Потерпілому дають пити у великих кількостях молоко, лимонний й апельсиновий сік, одинвідсотковий розчин лимонної або оцтової кислоти зі шматочками льоду.

У випадку *по потрапляння парів бензину всередину організму* людини з'являються головні болі, запаморочення, слабкість, нудота, блювота, судороги, ослаблення дихання.

Постраждалого варто негайно винести на свіже повітря. Якщо подих ослаблений, то треба відразу ж приступити до штучного дихання. Доцільно викликати в потерпілого блювоту.

У випадку *по потрапляння розчинників усередину організму* ці речовини шкідливо впливають на нирки і печінку. Спочатку вони викликають відчуття сп'яніння, потім запаморочення, блювоту, пізніше – втрату свідомості. Розчинники впливають і на дихальний центр.

У постраждалого варто відразу ж викликати блювоту, напоїти молоком і якнайшвидше доставити в лікувальну установу.

При контактi з ртуттю виникають отруєння, що спричиняють ушкодження печінки, нирок і кишечника. Потерпілий відчуває пекучий біль у шлунку, спостерігаються блювота, інтенсивний кривавий понос, зменшується виділення сечі.

Потерпілому необхідно дати активоване вугілля, сирий яєчний білок, молоко і негайно транспортувати в лікувальну установу.

Перша допомога при отруєннях наркотичними засобами.
Алкоголь уживається у вигляді етилового спирту, який міститься в спиртних напоях, а також у вигляді метилового спирту (денатурату).

Смертельна доза *етилового спирту* – 7-8 г на 1 кг ваги людини. Але отруєння етиловим спиртом викликають і більш низькі дози. Алкоголь, діючи на судини, розширює їх, завдяки чому виникає відчуття тепла, крім того, він викликає порушення слизоватої оболонки шлунка. Найбільше спирт впливає на мозок. Людина, що перебуває у важкій стадії сп'яніння, засинає, сон переходить у несвідомий стан і в результаті паралічу центрів дихання і кровообігу може наступити смерть.

Метиловий спирт як алкогольний напій уживають найчастіше ті люди, які по роботі мають до нього доступ. Доза 10 мл метилового спирту може виявитися смертельною. Через 10-12 годин після вживання виникають головні болі, запаморочення, біль у животі й очах, блювота. Зір порушується, розвивається сліпота. Далі настає втрата свідомості і смерть.

Отруєного алкоголем варто винести на свіже повітря, викликати в нього блювоту, при припиненні дихальної діяльності треба зробити штучне дихання. Якщо свідомість збережена, корисно дати випити чорної кави.

Нікотин – це отрута, що міститься в тютюнових листах і впливає на вегетативну нервову систему, на мозок. Смертельна разова доза становить 0,05 г. Отруєння нікотином може спостерігатися не тільки в початківців, але й у курців зі стажем. Проявляється це слабкістю, слинотечею, нудотою, блювотою. Зіниці при цьому звужені, пульс уповільнений.

Постраждалого варто напоїти чорною кавою, порадити глибоко дихати свіжим повітрям.

Перша допомога при отруєннях лікарськими препаратами.

Болезаспокійливі і жарознижжучі засоби. До цих засобів, насамперед, належать бутадіон, промедол, анальгін і т. п. Дія цих ліків викликає гальмування центральної нервової системи та посилення

віддачі тепла розширеними шкірними судинами. Прийом великих доз цих препаратів зумовлює значне потовиділення, сонливість і глибокий сон, що може перейти в несвідомий стан.

Надаючи першу допомогу, велику роль відіграє швидкість доставки потерпілого в лікувальну установу; у випадках порушення дихання і серцевої діяльності варто негайно почати робити штучне дихання.

Снотворні засоби. Уживання великих доз гексобарбіталу, фенобарбіталу, циклобарбіталу й інших снотворних засобів викликає глибоке гальмування мозкової діяльності, настає сон, з якого потерпілий більше не приходить у себе, розвивається параліч дихального центру і центру кровообігу. Смерть настає в результаті зупинки серця і паралічу дихальних м'язів. Першими ознаками отруєння є відчуття втоми, слабкість і сонливість. У важкій стадії отруєння спостерігається хрипіння, неправильне дихання, синюшність шкірних покривів.

Перша допомога аналогічна зазначеній вище. Якщо потерпілий у свідомості, у нього викликають блювоту.

Наркотичні засоби – морфін і опій – дуже потрібні в медицині ліки. Призначення цих ліків суворо контролюється, але, однак, люди, що страждають морфінізмом, дістають їх незаконними шляхами і таємно їх уживають. Морфін і опій придушують біль, викликають приємні відчуття, прекрасний настрій. Отруєння цими речовинами проявляється запамороченнях, глибокому сні, навіть у втраті свідомості, порушенні дихання, звуженні зіниць.

Надаючи першу допомогу, насамперед, варто провести штучне дихання, якщо свідомість збережена, потерпілого рекомендується напоїти чорною кавою і швидко доставити в лікувальну установу.

Перша допомога при укусах тварин

Укуси комах. Колючі органи комах містять отруйні речовини, що викликають набряк у місці укусу, а пізніше – під впливом бактерій – і інфекцію.

Якщо людину вжалить оса, бджола або шершень, то, насамперед, варто видалити жало, а потім пальцями видавити з ранки отруту. Місця укусу протирають йодною настоякою або ж розведеним нашатирним спиртом. Якщо не вдається видалити з ранки жало, то цю процедуру залишають лікареві. Місця укусів комарів, мух, гедзів протирають нашатирним спиртом або ж змочують мильним розчином.

При укусі бджоли в язик у результаті удушення може наступити смерть. У таких випадках потерпілому необхідна термінова допомога: у рот йому кладуть шматки льоду, дають морозиво або хоча б рекомендують прополоскати порожнину рота холодною водою.

Укуси змій. Однею із найнебезпечніших отруйних змій є гадюка

звичайна. Улітку випадки укусів гадюкою досить часті. У місці укусу, найчастіше в області гомілки, видно дві маленькі криваві крапки. Це сліди від зубів гадюки. Над двома передніми зубами в неї розташовується мішечок з отрутою. При укусі отрута проникає в рану і з місця укусу поширюється далі по всьому організму. При першій допомозі з рани та навколишніх ділянок треба видавити або відсмоктати якнайбільше крові й промити ранку розчином марганцевокислого калію, після чого перев'язують. Потерпілому треба дати випити побільше рідини, корисна при цьому чорна кава. Потім за можливістю якнайшвидше варто звернутися до лікаря.

Укуси тварин. Рани від укусів тварин обробляються відповідно до загальних правил, але при цьому їх завжди варто вважати ранами інфікованими. При укусах лісових тварин, зазвичай диких кішок і лисиць, а іноді й невідомих, підозріло агресивних собак, особливо в польових умовах, виникає підозра на сказ. У таких випадках рану варто обробити так само, як і при укусі гадюки.

Перша допомога при шоківних станах

При важких травмах, пораненнях виникає багато факторів, які шкідливо впливають на весь організм. Це біль, втрата крові, утворення в уражених тканинах шкідливих речовин і т. п. Вони впливають на життєво важливі органи тіла – мозок, залози внутрішньої секреції. Спочатку завдяки своїм захисним механізмам (звуженню судин, прискоренню пульсу для підтримання в нормі кров'яного тиску, подиху і підвищенню обміну речовин) – ці органи протидіють шкідливим впливам. Однак тривалий безперервний вплив шкідливих факторів, зрештою, виснажує захисні можливості організму, в результаті виникають порушення кровообігу, подиху і обміну речовин, поєднані загальною назвою шок.

Таким чином, **шок** – це серйозна реакція організму на поранення, що становить велику небезпеку для життя потерпілого. Іноді шок виникає відразу ж (миттєвий), в інших випадках – через 2-4 години після травми, коли життєво важливі органи тіла загальмовуються і виснажуються в результаті боротьби з наслідками травми.

Ознаками шоківного стану є те, що потерпілий у стані шоку блідий, не сприймає навколишнє середовище, чоло покривається холодним потом, зіниці розширені, подих і пульс прискорені, кров'яний тиск падає. У важкому шоківному стані спостерігаються блювота, сильна спрага, колір обличчя стає попелястим, губи, мочки вух і кінчики пальців набувають синюшного відтінку. Такий стан може перейти в несвідоме і закінчитися смертю.

Швидка і ефективна перша допомога, яка надається при будь-якому важкому пораненні, попереджає виникнення шоку. Однак, якщо в постраждалого вже є шок, йому необхідно надати допомогу, що відповідає, насамперед, виду поранення, а саме: зупинити кровотечу, іммобілізувати перелом тощо. Потім його вкчують у ковдру та кладуть у горизонтальному положенні із трохи опущеною головою. Якщо потерпілий відчуває спрагу і при цьому немає підозри на ушкодження черевних органів, йому дають попити мінеральної води.

Транспортування потерпілого в шоківому стані в лікувальну установу повинно бути винятково дбайливим. Усі заходи, що перешкоджають виникненню шоку, полягають у такому: створення тиші, спокій, тепло (але не перегрівання), зменшення болю, прийом рідини (тільки при кровотечах і опіках, але в жодному разі при пораненнях травного тракту), швидке транспортування.

Додаток Б

**Множники і префікси для утворення десяткових
кратних та часткових одиниць і їх найменувань**

№ з/п	Множник	Префікс		
		Найменування	Позначення	
			Українське	Міжнародне
1	10^{18}	екса	Е	E
2	10^{15}	пета	П	P
3	10^{12}	тера	Т	T
4	10^9	гига	Г	G
5	10^6	мега	М	M
6	10^3	кіло	к	k
7	10^2	гекто	г	h
8	10^1	дека	да	da
9	10^{-1}	деци	д	d
10	10^{-2}	санті	с	c
11	10^{-3}	міллі	м	m
12	10^{-6}	мікро	мк	μ
13	10^{-9}	нано	н	n
14	10^{-12}	піко	п	p
15	10^{-15}	фемто	ф	f
16	10^{-18}	атто	а	a

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

Людмила Іванівна ГРИГОР'ЄВА

Юрій Андрійович ТОМІЛІН

Анна Миколаївна ОГОРОДНИК

**ПРАКТИЧНІ І РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ
РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»**

*(для студентів денної та заочної форми
навчання всіх спеціальностей)*

Навчальний посібник

Редактор, технічний редактор *Ю. Рябова*.
Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки *А. Іщенко*.
Друк *О. Мішалкіна*. Фальцювально-палітурні роботи *Ю. Шаповалова*.

Підп. до друку 20.03.2014 р.
Формат 60x84¹/₁₆. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 6,04. Обл.-вид. арк. 3,88.
Тираж 100 пр. Зам. № 4336.

Видавець і виготовлювач: ЧДУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десанників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50-03-32, 8 (0512) 76-55-81, e-mail: rector@chdu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3460 від 10.04.2009 р.