Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Ю. Г. Щербак, А. О. Алексєєва,
О. В. Макарова, А. Л. Боженко

Методичні рекомендації до практичних (семінарських) занять з дисципліни «Цивільний захист та охорона праці в галузі»

Випуск 273

ЧНУ
ВИДАВНИЦТВО
Миколаїв – 2019

УДК 355+331.45] 45 (076)
Щ 61

Рекомендовано до друку вченою радою ЧНУ ім. Петра Могили (протокол № 7 від 28 березня 2019 р.).

Рецензенти:
Грищенко Г. В., кандидат медичних наук, доцент;
Радченко М. І., доктор технічних наук, професор.

Щ 61

Щербак Ю. Г. Методичні рекомендації до практичних (семінарських) занять з дисципліни «Цивільний захист та охорона праці в галузі» / Ю. Г. Щербак, А. О. Алексєєва, О. В. Макарова, А. Л. Боженко. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. – 64 с. (Методична серія ; вип. 273).

Методичні рекомендації містять матеріали щодо проведення практичних (семінарських) занять з дисципліни «Цивільний захист та охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей факультету комп'ютерних наук ЧНУ імені Петра Могили освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки «магістр».

УДК 355+331.45] 45 (076)

© Щербак Ю. Г., Алексєєва А. О.,
Макарова О. В., Боженко А. Л., 2019
© ЧНУ імені Петра Могили, 2019

ISSN 1811-492X

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА **4**

ЗАНЯТТЯ № 1. Основні національні законодавчі та нормативні акти з цивільного захисту та міжнародне гуманітарне право 5

ЗАНЯТТЯ № 2. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій 9

ЗАНЯТТЯ № 3. Сучасні прилади радіаційної і хімічної розвідки та дозиметричного контролю 11

ЗАНЯТТЯ № 4. Прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об’єкті 16

ЗАНЯТТЯ № 5. Міжнародні норми і законодавство України в галузі охорони праці 26

ЗАНЯТТЯ № 6. Система управління охороною праці в галузі (на підприємстві, в організації, установі) 29

ЗАНЯТТЯ № 7. Оцінка умов праці в сучасній робочій галузі за факторами: виробниче освітлення та мікроклімат 32

ЗАНЯТТЯ № 8. Інтегральна оцінка важкості праці на робочому місці у сфері розумової праці 47

ЗАНЯТТЯ № 9. Оцінка факторів виробничого середовища та трудового процесу для сучасного робочого місця галузі 60

Передмова

Наведені матеріали відповідають навчальній програмі курсу «Цивільний захист та охорона праці в галузі» для студентів усіх спеціальностей факультету комп'ютерних наук освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки «магістр» Чорноморського національного університету імені Петра Могили і мають на меті методичне забезпечення проведення практичних (семінарських) занять.

Навчальна програма складена на основі Орієнтовної навчальної програми дисципліни «Цивільний захист», погодженою Державною службою з надзвичайних ситуацій (лист від 24.05.2016 № 16-2354/161) і схвалена Дорадчою радою «Безпека життя і діяльності людини» Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України (протокол № 1 від 21.01.2016), а також на основі Типової навчальної програми, розробленої відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України, Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи та Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 21.10.2010 р. № 969/922/216 «Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у закладах вищої освіти України», зареєстрованого в Міністерстві юстиції 09.11.2010 р. за № 1057/18352 і визначає зміст, обсяги навчання та форми контролю з нормативної дисципліни «Охорона праці в галузі».

Стосовно практичних (семінарських) занять, за змістом вони відповідають навчальній програмі дисципліни, мають обсяг відповідно 18 (денна форма навчання) та 6 (заочна форма навчання) академічні години.

Практичні (семінарські) заняття №№ 1–4 відповідають блоку А – «Цивільний захист», заняття №№ 5–8 блоку Б – «Охорона праці в галузі» зазначеної дисципліни.

Заняття № 9 є підсумковим і має на меті оцінення потенціалу, набутого студентами під час освоєння дисципліни.

Семінарське заняття № 1

Тема заняття. *Основні національні законодавчі та нормативні акти з цивільного захисту та міжнародне гуманітарне право (2 години).*

Мета заняття: детальний розгляд основних національних законодавчих та нормативних актів, які стосуються питань цивільного захисту; ознайомлення з питаннями Женевських Конвенцій та Додаткових Протоколів і спеціальних актів міжнародного гуманітарного права.

Обговорюються такі питання:

1. Історія (послідовність) створення законодавчої та нормативно-правової бази з питань цивільної оборони (цивільного захисту) за період незалежності України.
2. Кодекс цивільного захисту України.
3. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану».
4. Закон України «Про правовий режим воєнного стану».
5. Женевські Конвенції від 12.08.1949 р. та Додаткові Протоколи до них від 08.06.1977 р.

Заняття проводиться у вигляді семінарського. Ураховуючи значний обсяг обговорюваних питань та обмеженість відведеного часу, вважається доцільним попереднє визначення доповідачів із зазначених питань. Інші студенти готують до заняття стислий конспект (рукописний або друкований) відповідно до поставлених питань та приймають участь в їх обговоренні.

При підготовці до питання № 1 теми заняття передусім варто скористатися навчальними посібниками [1, 2 та ін.], де в достатньому обсязі у хронологічному порядку висвітлюються питання, пов’язані зі створенням системи цивільної оборони (цивільного захисту) України, тобто формуванням відповідних державних структур та законодавчої і нормативно-правової бази. Зокрема, потрібно акцентувати увагу на трансформації зазначених структур, починаючи з 1991 р., а також, скориставшись Кодексом цивільного захисту України [3], доповідач має проінформувати щодо втрати чинності деяких законів та нормативно-правових документів.

Під час підготовки до питання № 2 теми необхідно надати загальну характеристику «Кодексу цивільного захисту України»: структура документу, перелік основних розділів та глав, основні терміни та визначення. Необхідно детально розглянути визначення, завдання, складові та функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту (гл. 2 і 3), повноваження органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, завдання та обов’язки суб’єктів господарювання, права та обов’язки громадян України у сфері цивільного захисту (гл. 4), а також перелік, принципи створення та функціонування сил цивільного захисту (гл. 5).

Ряд важливих положень «Кодексу цивільного захисту України» передбачено розглянути під час проведення заняття № 2.

Питання № 3 та 4 теми заняття є дуже важливими для засвоєння, враховуючи збройний конфлікт (від 2014 р.) на Сході України.

При розгляді Закону України «Про правовий режим надзвичайного стану» [4] надамо визначення надзвичайного стану, розглянувши в стислій формі питання, що стосуються умов та порядку введення і припинення надзвичайного стану, діяльності органів державної влади та органів місцевого самоврядування, запроваджуваних заходів правового режиму надзвичайного стану, гарантій прав і свобод в умовах надзвичайного стану, участі представників інших держав у ліквідації наслідків надзвичайного стану та відповідальності за порушення вимог або невиконання заходів правового режиму надзвичайного стану. Всі ці питання висвітлюються у відповідних розділах зазначеного закону.

Розглянувши Закон України «Про правовий режим воєнного стану» [5] передусім звернемо увагу на такі положення закону, як: визначення воєнного стану (ст. 1), військове командування та військові адміністрації (ст. 3, 4), порядок введення та припинення воєнного стану (ст. 5, 7), повноваження військових адміністрацій (ст. 15), гарантії законності в умовах воєнного стану (ст. 19).

Для обговорення матеріалів Женевської Конвенції від 12.08.1949 р. та Додаткових Протоколів до них від 08.06.1977 р. (питання № 5 теми заняття) потрібно скористатися посібниками [1, 2], де в стислій формі наведено основні положення зазначених міжнародних документів. Обсяг наведеної у зазначених джерелах інформації достатній для підготовки відповідей на питання 27–34 (див. питання для самоперевірки і самоконтролю з цієї теми).

Рекомендована література

Посібники

1. Бикова О. В. Основи цивільного захисту : навч. пос. / О. В. Бикова, О. В. Болієв, Д. М. Деревинський та ін. ; МНС України, Ун-тет цивільного захисту України, Ін-тут держ. упр. у сфері цивільного захисту. – К., – 2008. – 223 с.
2. Васійчук В. О. Основи цивільного захисту : навч. пос. / В. О. Васійчук, В. Є. Гончарук, С. І. Качан, С. М. Мохняк. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 417 с.

Нормативно-правові документи

3. Кодекс цивільного захисту України № 5403-IV від 02.10.2012. (зі змінами, внесеними згідно з Законами № 224-VII від 14.05.2013, ВВР, 2014, № 11, ст.132; № 353-VII від 20.06.2013, ВВР, 2014, № 13, ст. 221; № 1166-VII від 27.03.2014, ВВР, 2014, № 20-21, ст.745).
4. Закон України «Про правовий режим надзвичайного стану» № 1550-III від 16.03.2000 (Документ 1550-14, чинний, поточна редакція – Редакція від 28.12.15, підстава 901-19).

5. Закон України «Про правовий режим воєнного стану» № 389-VIII від 12.05.2015 (Документ 389-19, чинний, поточна редакція – Редакція від 24.02.2018, підстава 2268-19).

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Наведіть основні етапи створення системи цивільної оборони (цивільного захисту) з моменту проголошення незалежності України?
2. Чим можна пояснити наявність в Україні до 2013 р. трьох державних систем (державної системи цивільної оборони (ЦО), єдиної державної системи органів виконавчої влади з питань запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру (ЄДС НС), а також єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДС ЦЗ))?
3. Що є правовою основою цивільного захисту України.
4. Наведіть класифікацію надзвичайних ситуацій та їх рівні відповідно до Кодексу цивільного захисту України.
5. Хто здійснює координацію діяльності органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту?
6. Хто здійснює державну політику у сфері цивільного захисту?
7. Поясніть сутність функціональних і територіальних підсистем Єдиної державної системи цивільного захисту?
8. Хто здійснює керівництво Єдиною державною системою цивільного захисту?
9. Які режими функціонування Єдиної державної системи цивільного захисту?
10. Перерахуйте склад та основні завдання сил цивільного захисту.
11. Які основні завдання і обов’язки суб’єктів господарювання у сфері цивільного захисту?
12. Яким чином здійснюється моніторинг та прогнозування надзвичайних ситуацій?
13. Які проекти підлягають експертизі у сфері цивільного захисту?
14. Які основні заходи запобігання надзвичайним ситуаціям?
15. Які основні джерела небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру?
16. Які основні завдання пожежної охорони та її види?
17. Хто здійснює загальне керівництво організацією та проведенням заходів і робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій?
18. Які сили залучаються до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій?
19. Надайте перелік основних заходів соціального захисту та відшкодування матеріальних збитків постраждалим внаслідок надзвичайної ситуації.
20. Що є метою та правовою основою введення режиму надзвичайного стану?

21. Який порядок введення режиму надзвичайного стану?

22. Які заходи правового режиму надзвичайного стану, що запроваджуються в умовах надзвичайного стану?

23. Які гарантії прав і свобод громадян і законних інтересів юридичнх осіб в умовах надзвичайного стану?

24. Що є правовою основою введення режиму воєнного стану та за яких умов він здійснюється?

25. Який порядок створення військових адміністрацій та їх повноваження?

26. Які особливості гарантій законності, правового статусу та обмеження прав громадян і законних інтересів юридичних осіб в умовах воєнного стану?

27. Які основні вимоги щодо захисту поранених, хворих та осіб, потерпілих внаслідок кораблетрощі, прийняті у Першій та Другій Женевських Конвенціях?

28. Надайте визначення статуту комбатанта та військовополоненого згідно з Третьою Женевською Конвенцією.

29. Які зобов'язання відповідно до Третьої Женевської Конвенції держави, що утримує військовополонених?

30. Які елементарні норми захисту цивільних осіб, що потерпають від збройного конфлікту, передбачені Четвертою Женевською Конвенцією?

31. Які заходи захисту відносно цивільних об'єктів передбачено в Положеннях Додаткових Протоколів Женевської Конвенції?

32. Які завдання цивільної оборони визначаються Женевською Конвенцією та Додатковими Протоколами?

33. Які заходи захисту організацій цивільної оборони зазначені у Першому Додатковому Протоколі Женевської Конвенції?

34. Назвіть рекомендації (заклики) 10-ої Міжнародної конференції (Аммані (Франція), 05.04.1994 р.) та Резолюції ООН 2034.

Семінарське заняття № 2

Тема заняття. *Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій (2 години).*

Мета заняття: на основі Кодексу цивільного захисту України ознайомитися з основними заходами і засобами захисту населення і територій у надзвичайних ситуаціях.

Обговорюються такі питання:

1. Оповіщення та інформування суб'єктів забезпечення цивільного захисту.
2. Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту та евакуаційні заходи.
3. Інженерний захист територій, радіаційний та хімічний захист.
4. Медичний, біологічний і психологічний захист та забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення.
5. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Відповіді на питання, що обговорюються в межах теми цього заняття, висвітлено у розділі IV (гл. 6–10) Кодексу цивільного захисту України [3].

Під час підготовки питання № 1 теми необхідно звернути увагу на важливість забезпечення підключення сучасних засобів мовлення до автоматизованих систем центрального оповіщення, своєчасне надання оперативної і достовірної інформації населенню, у тому числі, доступній формі для осіб з вадами зору і слуху.

З питання 2 теми доцільно надати наочний матеріал із зображенням основних споруд цивільного захисту. Рекомендується скористатися матеріалами, наведеними в посібниках [1, 2 та ін.]. Потрібно звернути увагу на порядок підготовки та проведення евакуаційних заходів (планування заходів з евакуації, організація управління евакуацією, життєзабезпечення евакуйованого населення, навчання населення діям під час евакуації і т. ін.).

Обговорення питання 3 теми передбачає перелік заходів (робіт), що включає інженерний захист територій, підкреслити важливість визначення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження та їх урахування при створенні містобудівної документації та проектуванні інженерних об'єктів.

Щодо радіаційного і хімічного захисту населення і територій потрібно вказати на важливість розроблення загальних критеріїв, методів та методик спостережень з метою оцінки радіаційної і хімічної обстановки.

Розглянувши питання 4 теми, необхідно зауважити, про своєчасність застосування профілактичних медичних препаратів та проведення санітарно-профілактичних заходів, завчасне створення спеціальних медичних формувань, підготовку та перепідготовку медичних працівників з надання екстреної медичної допомоги, навчання населення навичкам надання домедичної допомоги та правилам особистої гігієни, організацію екстреної медичної допомоги при уражені

патогенними агентами. Щодо психологічного захисту населення, окрім відомостей, наведених в Кодексі [3], варто ознайомитись з матеріалами, представленими у посібниках [1, 2 та ін.].

Під час підготовки питання 5 теми варто звернути увагу на організацію навчання працюючого та непрацюючого населення, дітей дошкільного віку, учнів та студентів, важливість інструктажів і перевірки знань з питань цивільного захисту, зокрема пожежної безпеки.

Рекомендована література

Посібники

1. Бикова О. В. Основи цивільного захисту : навч. пос. / О. В. Бикова, О. В. Болієв, Д. М. Деревинський та ін. ; МНС України, Ун-тет цивільного захисту України, Ін-тут держ. упр. у сфері цивільного захисту. – К., – 2008. – 223 с.
2. Васійчук В. О. Основи цивільного захисту : навч. пос. / В. О. Васійчук / В. Є. Гончарук, С. І. Качан, С. М. Мохняк. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», – 2010. – 417 с.

Нормативно-правові документи

3. Кодекс цивільного захисту України № 5403-IV від 02.10.2012. (зі змінами, внесеними згідно із Законами № 224-VII від 14.05.2013, ВВР, 2014, № 11, ст. 132; № 353-VII від 20.06.2013, ВВР, 2014, № 13, ст. 221; № 1166-VII від 27.03.2014, ВВР, 2014, № 20-21, ст.745).

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Яким чином здійснюється оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації та інформування у сфері цивільного захисту?
2. Надайте перелік основних захисних споруд цивільного захисту.
3. Які рівні заходів з евакуації передбачено згідно з Кодексом цивільного захисту України?
4. Що включає інженерний захист територій?
5. Які заходи передбачено під час організації радіаційного і хімічного захисту населення?
6. Переліком яких заходів забезпечується медичний захист та санітарне і епідемічне благополуччя населення?
7. Які заходи включає біологічний захист населення, тварин і рослин?
8. Назвіть основні заходи психологічного захисту населення.
9. На кого покладається організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях?
10. Що означає поняття «культура безпеки життєдіяльності»?
11. Які заходи передбачаються для популяризації культури безпеки життєдіяльності серед дітей і молоді?

Семінарське заняття № 3

Тема заняття. *Сучасні прилади радіаційної і хімічної розвідки та дозиметричного контролю (2 години).*

Мета заняття: поновлення знань з видів іонізуючих випромінювань, методів їх виявлення та одиниць виміру радіоактивності і іонізуючих випромінювань; ознайомлення із сучасними приладами радіаційної і хімічної розвідки та дозиметричного контролю, принципи їх побудови та особливості застосування.

Розглядаються такі питання:

1. Класифікація приладів радіаційної розвідки і дозиметричного контролю (індикатори, рентгенометри, радіометри, дозиметри), принципи їх роботи та особливості використання.
2. Призначення, принцип роботи, конструктивна схема, технічні характеристики та особливості використання дозиметричного приладу (рентгенометра) ДП-5В.
3. Призначення, принцип роботи, конструктивна схема, технічні характеристики та особливості використання дозиметричного приладу (радіометра) «Прип'ять».
4. Сучасний розвиток приладобудування для радіаційного контролю довкілля (на прикладі дозиметра Ecotest CARD (ДКГ-21), дозиметра-сигналізатора ДКС-02ПН «Кадмій», дозиметрів-радіометрів МКС-У і МКС-05 «ТЕРРА»).
5. Призначення, принцип роботи, основні характеристики та особливості використання приладу хімічної розвідки ВПХР.

Заняття проводиться у вигляді семінарського. Ураховуючи значний обсяг обговорюваних питань та обмеженість відведеного часу, вважаємо доцільним попереднє визначення доповідачів із зазначених питань у кількості до 8 студентів.

За основу підготовки доповідачів до заняття рекомендується скористатися матеріалами посібників [1, 2], а також Internet-ресурсами, що представлені у вигляді рекламної продукції, прайс-листів, технічних характеристик вищенаведених приладів, відеороликів з детальним показом елементів приладів, порядком їх підготовки до використання та безпосереднім проведенням вимірювань. Зазначені матеріали дозволяють студентам-доповідачам підготувати якісні презентації з питань 2–5 теми заняття.

Проведення цього заняття передбачає попереднє поновлення усіма студентами знань з видів іонізуючих випромінювань, одиниць виміру радіоактивності і іонізуючих випромінювань та деяких інших. Це дозволить продуктивно сприймати інформацію, підготовлену студентами-доповідачами, та прийняти активну участь в обговорені питань теми заняття.

Далі наведено основні відомості щодо видів іонізуючих випромінювань, одиниць виміру радіоактивності та іонізуючих випромінювань, методів виявлення радіоактивних випромінювань та принципу побудови приладів хімічної розвідки.

Види іонізуючих випромінювань. До іонізуючих випромінювань відносяться α (альфа)-, β (бета)-, γ (гамма)- та n (нейтронні)-випромінювання.

Альфа-випромінювання є потоком атомів гелію, називаються альфа-частками і мають високу іонізуючу здатність. Їх проникаюча здатність дуже низька. Довжина пробігу альфа-частки у повітрі складає не більше 10 см, а в твердих і рідких середовищах суттєво менше. Звичайний одяг і засоби індивідуального захисту повністю забезпечують захист людини від випромінювання, однак альфа-частки дуже небезпечні для організму людини.

Бета-випромінювання представляє потік швидких електронів, що називаються бета-частками та виникають при бета-розпаді радіоактивних речовин. Вони мають меншу іонізуючу, але велику проникаючу здатність порівняно з альфа-випромінюванням. Звичайний одяг та індивідуальні засоби захисту не забезпечують повного захисту.

Гамма-випромінювання має внутрішньоядерне походження і є електромагнітним випромінюванням, що поширюється зі швидкістю світла. У нього висока проникаюча здатність, що стає загрозою для життя людей. Захист від нього можуть забезпечити тільки спеціальні протирадіаційні укриття, а також надійні будівельні конструкції.

Нейтронне випромінювання утворюється в результаті ланцюгової реакції ділення важких ядер урану-235 або плутонію-239 і є потоком електрично нейтральних часток. Під його впливом атоми ряду елементів (кремній, натрій, магній та ін.) в результаті наведеної радіації починають випромінювати бета- і гамма-промені.

Одиниці виміру радіоактивності. За одиницю активності прийнято одно ядерне перетворення на секунду. Для спрощення використовують простіший термін – «один розпад в секунду» (розп/с). У системі SI зазначена одиниця отримала назву «Беккерель» (Бк). У практиці радіоактивного контролю широко використовується позасистемна одиниця активності – «кюрі» (Ки), що чисельно дорівнює $3{,}7 \cdot 10^{10}$ розп/с. Концентрація радіоактивної величини зазвичай характеризується концентрацією його активності, що виражається в одиницях активності на одиницю маси (наприклад, Ки/кг або Бк/кг).

Одиниці іонізуючих випромінювань. Для виміру величин, що характеризують іонізуюче випромінювання історично існує одиниця «рентген». Зазначена одиниця визначається як доза рентгенівського або гамма-випромінювання в повітрі, під час якої зв'язана корпускулярна емісія на 0,001293 г повітря (маса одного $см^3$ повітря при температурі 0 ^oC і тиску 760 мм рт. ст.) утворює у ньому іони, що несуть заряд в 1 ел. ст. од. іонів кожного знаку.

Існує так звана *експозиційна доза* випромінювання – міра іонізаційної дії рентгенівського або гамма-випромінювання, що визначається іонізацією повітря. У системі SI одиницею експозиційної дози є «один кулон на кілограм (Кл/кг)». Позасистемною одиницею є «рентген» (Р), при цьому $1\ Р = 2{,}58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг і навпаки, 1 Кл/кг $= 3{,}88 \cdot 10^3$ Р.

Приріст експозиційної дози в одиницю часу характеризується *потужністю експозиційної дози*. У системі SI одиниця виміру – «ампер/кг» (А/кг). На практиці

частіше використовується позасистемна одиниця «рентген на секунду» (Р/с) або «рентген на годину» (Р/год.).

Поглинена доза – енергія радіоактивного випромінювання, поглинена одиницею маси опромінюваної речовини або людини. За однакових умов опромінення поглинена доза залежить від тривалості опромінення та складу речовини. У якості поглиненої дози випромінювання в системі SI використовується спеціальна одиниця – «грей» (Гр) – це така поглинена доза, за якої 1 кг опромінюваної речовини поглинає енергію в 1 джоуль (Дж), тобто 1 Гр = Дж/кг.

Потужність поглиненої дози – це приріст дози в одиницю часу. Її величина характеризується швидкістю накопичення дози і може збільшуватися або зменшуватися у часі. У системі SI одиницею виміру потужності поглиненої дози є «грей на секунду» (Гр/с) – тобто потужність поглиненої дози опромінення, за якої за 1 с у речовині створюється доза опромінення в 1 Гр. На практиці для оцінки поглиненої дози широко застосовують позасистемну одиницю потужності поглиненої дози – «радій на годину» (рад/год.) або «радій на секунду» (рад/с).

Для кількісного обліку несприятливої біологічної дії різних видів іонізуючих випромінювань введене поняття – *«еквівалентна доза»* ($Д_{екв}$), яка визначається як сума еквівалентних доз для видів іонізуючих випромінювань:

$$Д_{екв} = \sum Д_i \cdot c_i ,$$

де $Д_i$ – поглинена доза певного іонізуючого випромінювання;

c_i – коефіцієнт якості випромінювання (інакше – ваговий коефіцієнт, зважувальний коефіцієнт) для певного іонізуючого випромінювання.

Для гамма-випромінювання (а також рентгенівського та бета-випромінювання) коефіцієнт якості відносно біологічної тканини приймається таким що дорівнює 1, тому еквівалентна доза опромінення гамма-випромінюванням чисельно дорівнює поглиненій дозі. Для протонів з енергією від 2 до 10 МеВ коефіцієнт якості складає 2, для альфа-випромінювання та важких ядер – 20. Для нейтронного випромінювання коефіцієнти якості задаються неперервним спектром і визначаються залежно від його енергії.

У системі одиниць SI еквівалентна доза визначається в «зівертах» (Зв). Зіверт – це кількість енергії, поглиненої 1 кг біологічної тканини, що дорівнює за впливом поглиненій дозі гамма-випромінювання в 1 Гр. Таким чином, у системі одиниць SI для випромінювань з коефіцієнтом якості, який дорівнює 1,0, справедлива рівність 1 Зв = 1 Дж/кг = 1 $м^2/с^2$.

У якості позасистемної одиниці еквівалентної дози використовується «бер» (біологічний еквівалент рентгена) – це доза будь-якого випромінювання, яка викликає такий самий біологічний ефект, що й 1 рентген гамма-випромінювання. Оскільки коефіцієнт якості гамма-випромінювання дорівнює 1, то на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами при зовнішньому опроміненні, справедливо: 1 Зв = 1 Гр; 1 бер = 1 рад; 1 рад = 1 Р.

Потужність еквівалентної дози – приріст еквівалентної дози за одиницю часу, який виражається в «зівертах на секунду» (Зв/с). Ураховуючи, що час перебування людини в полі опромінення при його допустимих рівнях триває, як правило, годинами, потужність еквівалентної дози зручніше виражати в «мікрозівертах на годину» (мкЗв/год.).

Згідно з висновками Міжнародної комісії з радіаційного захисту, шкідливі наслідки для організму людини можуть наставати при еквівалентних дозах не менше 1,5 Зв/рік (150 бер/рік), а у випадках короткочасного опромінення – при дозах вище 0,5 Зв (бер).

Методи виявлення іонізуючих випромінювань. Усі методи виявлення іонізуючих випромінювань ґрунтуються на їх здатності іонізувати та збуджувати атоми і молекули середовища, в якому вони поширюються. Однак спостерігається змінення фізико-хімічних властивостей опромінюваного середовища, що може бути зафіксовано та чисельно оцінено. Передусім спостерігаються такі процеси (явища): змінення електропровідності речовин (газів, рідин, твердих матеріалів); люмінесценція (світіння) деяких речовин; засвічування фотоплівок; зміна кольору, забарвлення, прозорості, електропровідності деяких хімічних розчинів і т. ін.

Зазначені явища є основою фотографічного, хімічного, сцинтиляційного та іонізаційного методів для реєстрації та вимірювання іонізуючих променів.

В основі *фотографічного методу* – оцінка міри почорніння фотоемульсії під впливом радіоактивних випромінювань. Гамма-промені вибивають електрони зв'язку в молекулах бромистого срібла, що міститься у фотоемульсії. У результаті утворюються найдрібніші кристали срібла, що викликають почорніння фотоплівки при її прояві. Порівнюючи почорніння плівки з еталоном, можна визначити отриману плівкою дозу опромінення, оскільки ступінь її почорніння пропорційна дозі опромінення.

Хімічний метод побудований на оцінці зміни кольору деяких хімічних речовин під впливом радіоактивних випромінювань. Можна пояснити зазначений метод на принципі роботи хімічного дозиметра ДП-70 МП. Чутливою хімічною речовиною у приладі є хлороформ, який під час опромінення розпадається з утворенням соляної кислоти. Накопичена кислота впливає на спеціальний індикатор, доданий до хлороформу. Інтенсивність забарвлення індикатора залежить від кількості утвореної кислоти, яка, в свою чергу, пропорційна дозі радіоактивного опромінення. У результаті порівняння забарвлення розчину з наявними еталонами, оцінюється доза радіоактивних випромінювань, що вплинули на розчин.

Сцинтиляційний метод ґрунтований на тому, що ряд речовин (сірчистий цинк, йодистий натрій, вольфраміт кальцію та ін.) під впливом радіоактивних випромінювань випускають фотони видимого світла. Кількість спалахів світла (сцинтиляцій) пропорційна інтенсивності випромінювання і може бути зареєстрована.

В основі *іонізаційного методу* – розділення (іонізація) під впливом радіоактивних випромінювань нейтральних молекул і атомів газу, що знаходиться в ізольованому об'ємі, на позитивні іони і електрони. Якщо в опромінюваному об'ємі створити електричне поле, то під його впливом електрони, що мають негативний заряд, переміщатимуться до анода, а позитивно заряджені іони – до катода. Тобто між електродами виникає іонізаційний струм, сила якого пропорційна інтенсивності радіоактивного випромінювання. Вимірюючи силу іоніза-

ційного струму, визначається інтенсивність радіоактивних випромінювань. Такий принцип використовується у більшості дозиметричних приладів.

Принцип роботи приладів хімічної розвідки. Виявлення і визначення ступеня зараження отруйними речовинами (ОР) і небезпечними хімічними речовинами (НХР) повітря, місцевості, будівель, транспорту, засобів індивідуального захисту, одягу, води та інших об'єктів проводиться за допомогою приладів хімічної розвідки або в хімічних лабораторіях.

Принцип виявлення і визначення ОР і НХР приладами хімічної розвідки базується на зміні забарвлення індикаторів під час взаємодії їх з ОР і НХР. Залежно від того, який був узятий індикатор і як він змінює забарвлення, визначають тип ОР і НХР, а порівняння інтенсивності отриманого забарвлення з еталоном дозволяє судити про приблизну концентрацію ОР і НХР в повітрі та щільність зараження.

Основним приладом хімічної розвідки є – ВПХР (військовий прилад хімічної розвідки). Для виявлення НХР використовують, залежно від характеру виробництва, також різного виду промислові прилади (наприклад, УГ-2 – універсальний газоаналізатор та ін.).

Рекомендована література

Посібники

1. Васійчук В. О. Основи цивільного захисту : навч. пос. / В. О. Васійчук, В. Є. Гончарук, С. І. Качан, С. М. Мохняк. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 417 с.

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Які випромінювання відносяться до іонізуючих; яка їх фізична природа?
2. Наведіть основні методи виявлення іонізуючих випромінювань.
3. Які основні одиниці виміру радіоактивності та іонізуючих випромінювань у міжнародній системі одиниць SI?
4. Призначення та принцип роботи дозиметричного приладу (рентгенометра) ДП-5В.
5. Призначення та принцип роботи дозиметричного приладу (радіометра) «Прип'ять».
6. Які Ви знаєте сучасні прилади радіаційного контролю довкілля (санітарної дозиметрії та екологічного контролю)?
7. Призначення та принцип роботи приладу ВПХР.
8. Наявність яких отруйних і небезпечних хімічних речовин дозволяє виявити прилад ВПХР?

Практичне заняття № 4

Тема заняття. *Прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті (2 години).*

Мета заняття: ознайомлення з основними небезпечними хімічними речовинами, їх класифікацією, властивостями, способами зберігання та наслідками негативного впливу на людей, тварин, об'єкти господарської діяльності та довкілля у разі їх бойового застосування або аварійного потрапляння в атмосферу; ознайомлення з основними заходами і засобами захисту від негативного впливу небезпечних хімічних речовин; опанування методиками прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті.

Проведення заняття передбачає попереднє ознайомлення студентів з методичними матеріалами [1], що є змістовою основою практичного заняття.

На початку заняття студенти підтверджують свої знання з питань, що пов'язані з прогнозуванням наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті. Зокрема мова йде про термінологію, що вживається при виконанні зазначеного прогнозування, а саме: небезпечна хімічна речовина (НХР), аварія з НХР, хмара з НХР (первинна, вторинна), зона хімічного забруднення НХР і т. ін.

Студенти ознайомлюються з основними НХР та їх важливими хіміко-фізичними характеристиками (властивостями): гідролітичність НХР, летучість, тиск насиченої пари, теплоємність, в'язкість, теплота випаровування тощо.

Важливим для засвоєння цієї теми заняття є опанування знань з основних характеристик зон хімічного ураження і осередків хімічного зараження, а саме: хімічна обстановка, довжина і глибина зони хімічного зараження, щільність зараження, тривалість осередку хімічного зараження і т. ін.

Необхідною складовою для виконання практичного заняття є знання способів зберігання НХР (ізотермічний, при атмосферному тиску та газоподібному стані при високому тиску), які залежать від виду речовини (низькокипляча, висококипляча і така, що за нормальних умов знаходиться у газоподібному стані), а також механізму утворення і розповсюдження хімічної хмари при руйнуванні ємності, в якій зберігається НХР.

Щодо оцінки такого фактору, як глибина розповсюдження хмари, то варто розглянути важливу складову цього процесу – стан атмосфери, що характеризується величиною, яка називається ступенем вертикальної стійкості атмосфери (СВСА). Розглянемо й різновиди СВСА залежно від температурного перепаду на поверхні землі та значній висоті: конвекція, ізотермія, теплова інверсія.

Наведена складова заняття проводиться у стислій формі, у вигляді відповідей на запитання, запропонованих викладачем, з використанням ілюстративних матеріалів (плакатів і слайдів), наявних у спеціалізованій аудиторії.

Друга частина заняття побудована у вигляді підготовки до виконання розрахункової роботи, що передбачена у розділі 2.8 «Індивідуальні завдання» Робочої програми навчальної дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» (блок А дисципліни) на тему: «Прогнозування наслідків аварії на потенційно небезпечному хімічному об'єкті».

У межах цього заняття виконується п. 1 розрахункової роботи: «Довгострокове прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті».

У якості вихідних даних приймаються індивідуальні варіанти завдань із кафедральної бази даних, отримані студентами для виконання зазначеної розрахункової роботи.

Далі наведено приклад бланка завдань для розрахункової роботи (табл. 4.1) та необхідні методичні матеріали для її виконання.

Таблиця 4.1

Завдання на виконання розрахунково-графічної роботи на тему: «Прогнозування наслідків аварії на потенційно небезпечному хімічному об'єкті»

Вихідні дані								
Параметри	***Розмірність***	***Значення***	***Параметри***	***Розмірність***	***Значення***	***Параметри***	***Розмірність***	***Значення***
НХР			вилив НХР			$\tau_д$		
Р			$H_{обв}$	м		F		
$V_{Р1}$	$м^3$		$R_{нп}$	км		$t_п$	°С	
$V_{Р2}$	$м^3$		$R_{сзз}$	км		Δt	°С	
$V_{Р3}$	$м^3$		$Щ_{нп}$	чол/$км^2$		W	м/с	
m_1	шт		$n_{нхо}$	чол		Напрям вітру		
m_2	шт		$З_{пр}$	%		$\tau_{авар}$	год.	
m_3	шт		G_0	т				

Керівник роботи: _____ Отримав

«___»_____201_ р.

Студент_____

Група _____

Умови завдання

У районі **Р** знаходиться хімічно небезпечний об'єкт (ХНО), на території якого зберігається (умови зберігання − ізотермічне або в рідкому стані) у необвалованих (обвалованих, у яких висота обвалування **Н**, м) резервуарах різного об'єму $\mathbf{V_{рі}}$ ($м^3$) і різної кількості $\mathbf{m_i}$, небезпечна хімічна речовина (НХР). Робітники і службовці цього підприємства, чисельність яких складає $\mathbf{n_{хно}}$, чол, забезпечені протигазами на $\mathbf{З_{пр}}$, %.

Навколо ХНО знаходиться населений пункт, у якому проживають працівники і службовці ХНО, радіус якого складає приблизно $\mathbf{R_{нп}}$, км. Середня щільність населення в ньому − $\mathbf{Щ_{нп}}$, чол/км^2. За межами населеного пункту знаходиться місцевість, на якій росте степова рослинність. Житлові райони від ХНО відділяє санітарна захисна зона радіусом $\mathbf{R_{сзз}}$, км, на території якої ростуть чагарники і дерева (парк).

Унаслідок техногенної надзвичайної ситуації (аварія, катастрофа) на ХНО зі зруйнованого резервуару (резервуарів) вилилося на підстильну поверхню − «вільно» (або у «піддон», якщо резервуари обвалувані) НХР у кількості $\mathbf{G_0}$, т.

Метеорологічні умови на початку аварії:

– час доби $\mathbf{\tau_д}$;

– наявність хмарності **F**;

– температура повітря $\mathbf{t_п}$, °С;

– різниця температур повітря на відстані 50 см і 200 см від поверхні землі $\mathbf{\Delta t}$,°С;

– швидкість приземного вітру **W**, м/с.

Необхідно:

1. Виконати довгострокове прогнозування під час аварії на ХНО.
2. Виконати аварійне прогнозування на час після початку аварії $\mathbf{\tau_{авар}}$, год.
3. Результати довгострокового і аварійного прогнозування показати на схемах у масштабі.
4. Зробити висновки і дати рекомендації щодо захисту робітників і службовців ХНО та населення.

Умовні позначення

P – позначка району, де знаходиться хімічно небезпечний об’єкт (сейсмобезпечний або сейсмонебезпечний);

V_{p_i} – об’єм *i*-го резервуара, м^3;

m_i – кількість резервуарів відповідного об’єму, шт.;

$H_{обв}$ – висота обвалування резервуарів, м;

$R_{нп}$ – умовний радіус населеного пункту, м;

$R_{сзз}$ – радіус санітарно-захисної зони, м;

$Щ_{нп}$ – щільність (густота), населення, чол./км^2;

$n_{нхо}$ – чисельність працівників на хімічно небезпечному об’єкті, чол.;

G_o – вилив зі зруйнованого резервуару (резервуарів) НХР внаслідок аварії ХНО на підстильну поверхню – «вільно» (або у «піддон», якщо резервуари обвалувані), т;

$З_{пр}$ – забезпеченість протигазами працівників НХО, %;

$\tau_д$ – час доби на початок аварії, год.;

F – ознака наявності хмарності (ясно, напівясно, хмарно);

$t_п$ – температура повітря, ºС ;

Δt – різниця температур на відстані 50 см і 200 см від поверхні землі, ºС ;

w – швидкість приземного вітру, м/с;

$\tau_{авар}$ – відповідний час після початку аварії, год.;

φ – кут розповсюдження хмари відносно ХНО, град.

Довгострокове прогнозування при аварії на хімічно небезпечному об'єкті

Для довгострокового прогнозування приймаються такі дані:

– заповнення ємності складає 75 % від її паспортного (геометричного) об'єму;

– ємності при аваріях руйнуються повністю;

– метеоумови: швидкість вітру w=1,0 м/с; температура повітря t_n = 20 ºС; ступінь вертикальної стійкості атмосфери (СВСА) – інверсія; напрямок вітру не враховується, тому поширення хмари зараженого повітря приймається у полі 360º.

– час, на який проводяться розрахунки τ= 4 год.;

– для сейсмобезпечного регіону допустимо, що під час аварії зруйнується одна найбільша ємність (V_{p1}), а для регіону сейсмонебезпечного зруйнуються всі ємності.

Довгострокове прогнозування на хімічно небезпечному об'єкті здійснюється у такій послідовності:

1. Кількість хімічно небезпечних речовин, що розлилося при руйнуванні ємності (ємностей) під час надзвичайної ситуації $G_{НХР}$, т:

– для сейсмічно безпечного регіону;

$$G_{нхр} = 0{,}75 \cdot \rho_{нхр} \cdot V_{p_1};$$

– для сейсмічно небезпечного регіону;

$$G_{нхр} = 0{,}75 \cdot \rho_{нхр} \cdot (V_{p_1} \cdot m_1 + V_{p_2} \cdot m_2 + V_{p_3} \cdot m_3 + ... + V_{p_m} \cdot m_n),$$

де $\rho_{НХР}$ – густина небезпечної хімічної речовини, т/м^3 (визначається згідно з табл. 4.2);

V_{p1} – об'єм найбільшого резервуару з небезпечною хімічною речовиною, м^3;

V_{p1}, V_{p2}, V_{p3},…, V_{pn} – об'єми резервуарів (м^3) з небезпечною хімічною речовиною при їх відповідній кількості m_1, m_2, m_3, ... m_n (штук).

2. Теоретично можлива глибина розповсюдження хмари Γ_T, км.

Перший спосіб

2.1. Глибина розповсюдження хімічної хмари від випаровування хлору за таких умов, як: стан атмосфери – ізотермія, швидкість вітру w = 1,0 м/с; температура повітря t_n = 20 ºС, $\Gamma_{із}^{Cl_2}$, км.

$$\Gamma_{із}^{Cl_2} = 2{,}1 \cdot G_{нхр}^{\,0{,}568+0{,}00551\ln G_{нхр}}.$$

Величину $\Gamma_{із}^{Cl_2}$ також можна визначити шляхом інтерполяції даних, наведених у табл. 4.2.

2.2. Поправочний коефіцієнт на вид НХР $\kappa_{НХР}$.

Визначається $\kappa_{НХР}$ відповідно до табл. 4.3.

2.3. Поправочний коефіцієнт на швидкість вітру κ_w.

Визначається відповідно до табл. 4.4 залежно від стану атмосфери та G_{HXP}. При швидкості вітру w = 1,0 м/с.

$$\kappa_w=1.$$

2.4. Поправочний коефіцієнт на температуру повітря, яка відрізняється від 20 ºС κ_t.

$$\kappa_t = 0{,}019 \cdot (t_n + 40)^{0{,}55} + 0{,}82.$$

При температурі повітря t_n = 20 ºС.

$$\kappa_t=1.$$

2.5. Поправочний коефіцієнт, що враховує обвалування резервуарів $\kappa_{обв}$.

Під час виливу «вільно» (резервуари не обваловані) коефіцієнт $\kappa_{обв}$=1. Під час виливу «у піддон» (резервуари обваловані) $\kappa_{обв} = f(HXP, H_{обв}, \tau)$. Для довгострокового прогнозування τ=4 год. Необхідні дані для визначення $\kappa_{обв}$ наве-дено у табл. 4.5.

2.6. Поправочний коефіцієнт на стан атмосфери (ступінь вертикальної стійкості атмосфери) $\kappa_{свса}$.

Щодо довгострокового прогнозування стан атмосфери – інверсія. Згідно з рекомендацією [1] зазначений коефіцієнт для таких умов дорівнює

$$\kappa_{свса}=2{,}55.$$

2.7. Теоретично можлива глибина розповсюдження хмари (перший спосіб розрахунку) Γ_T^I, км.

$$\Gamma_T^1 = \Gamma_{із}^{Cl_2} \cdot \kappa_{нхр} \cdot \kappa_w \cdot \kappa_t \cdot \kappa_{обв} \cdot \kappa_{свса}.$$

Другий спосіб

2.8. Швидкість переднього фронту хімічної хмари $V_{п.ф.}$, км/год.

Визначається за емпіричними формулами залежно від стану атмосфери та швидкості вітру:

$V_{п.ф.} = 5 \cdot w$, км/год. (стан атмосфери – інверсія);

$V_{п.ф.} = 6 \cdot w$, км/год. (стан атмосфери – ізотермія);

$V_{п.ф.} = 7 \cdot w$, км/год. (стан атмосфери – конвекція).

Щодо довгострокового прогнозування стан атмосфери – інверсія і швидкість вітру w=1,0 м/с. Тому:

$$V_{п.ф.} = 5 \cdot w = 5 \cdot 1 = 5 \text{ км/год.}$$

2.9. Теоретично можлива глибина розповсюдження хмари (другий спосіб визначення) Γ_T^{II}, км.

$$\Gamma_T^{II} = V_{п.ф.} \cdot \tau = 5 \cdot 4 = 20 \text{ км.}$$

У подальших розрахунках використовується менше із визначених Γ_T^I і Γ_T^{II}, тобто:

$$\Gamma_T = \Gamma_{\min}(\Gamma_T^I \text{ або } \Gamma_T^{II}).$$

Таблиця 4.2

Глибина розповсюдження хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями Cl^2 на відкритій місцевості $Г_{із}$, км (СВСА – ізотермія, швидкість – 1 м/с, температура повітря – 20˚С, резервуари не обваловані)

Кількість Cl^2 в ємкостях, т	$Г_{із}$, км	Кількість Cl^2 в ємкостях, т	$Г_{із}$, км	Кількість Cl^2 в ємкостях, т	$Г_{із}$, км
1	2,0	80	28,1	1000	137
3	3,9	90	30,2	1100	147
5	5,2	100	32,3	1200	155
7	6,5	200	49,7	1300	164
10	8,0	300	64,5	1400	172
20	12,1	400	76,9	1500	180
30	15,5	500	89,0	1600	187
40	18,4	600	99,5	1700	195
50	21,0	700	110	1800	202
60	23,6	800	120	1900	209
70	25,9	900	129	2000	217

Таблиця 4.3

Перекладні коефіцієнти для різних НХР для визначення глибини розповсюдження хмари забрудненого повітря з уражаючими концентраціями НХР у разі аварії на хімічно небезпечних об’єктах та транспорті

№ з/п	Вид НХР	Щільність рідини, т/м^3	$К_{НХР}$	№ з/п	Вид НХР	Щільність рідини, т/м^3	$К_{НХР}$
1	Акролеїн	0,839	1,7	11	Сірковуглець	1,263	0,047
2	Аміак	0,681	0,13	12	Сірководень	0,964	0,13
3	Водень фтористий	0,989	0,28	13	Сірчаний ангідрид	1,462	0,50
4	Водень ціаністий	0,687	1,96	14	Соляна кислота (концентрована)	1,198	0,41
5	Діметиламін	0,680	0,24	15	Формальдегід	0,815	1,02
6	Метиламін	0,6999	0,24	16	Фосген	1,432	1,02
7	Метил хлористий	0,983	0,06	17	Фтор	1,512	2,0
8	Нітрил акрилової кислоти	0,806	0,58	18	Хлор	1,553	1,0
9	Окисел етилену	0,882	0,06	19	Хлорпікрин	1,658	1,62
10	Окисел азоту	1,491	0,28				

Таблиця 4.4

Поправочні коефіцієнти K_W, які враховують вплив швидкості приземного вітру W на глибину розповсюдження хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями НХР

Кількість НХР, т	Ступінь вертикальної стійкості атмосфери (СВСА)																							
	Ізотермія															Інверсія				Конвекція			
	Швидкість вітру, м/с															Швидкість вітру, м/с				Швидкість вітру, м/с			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	0,67	0,55	0,49	0,44	0,40	0,38	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	1	0,63	0,50	0,43	1	0,70	0,61	0,51
3	1	0,64	0,52	0,46	0,41	0,38	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	1	0,61	0,47	0,40	1	0,67	0,57	0,48
5	1	0,62	0,49	0,44	0,39	0,36	0,34	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26	0,26	0,25	0,24	1	0,60	0,46	0,39	1	0,64	0,55	0,47
10	1	0,61	0,47	0,40	0,37	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	1	0,59	0,45	0,37	1	0,63	0,52	0,45
20	1	0,60	0,46	0,39	0,34	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,21	1	0,58	0,43	0,36	1	0,62	0,50	0,42
30	1	0,59	0,45	0,38	0,33	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	1	0,57	0,43	0,36	1	0,61	0,49	0,41
50	1	0,59	0,45	0,37	0,32	0,27	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	1	0,57	0,42	0,34	1	0,60	0,48	0,39
70	1	0,58	0,44	0,36	0,31	0,27	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	1	0,56	0,41	0,34	1	0,60	0,48	0,38
100	1	0,58	0,43	0,36	0,31	0,27	0,25	0,23	0,22	0,22	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	1	0,56	0,41	0,34	1	0,59	0,47	0,36
300	1	0,56	0,41	0,34	0,29	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	1	0,55	0,40	0,32	1	0,58	0,45	0,36
500	1	0,56	0,41	0,33	0,28	0,25	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	1	0,55	0,39	0,31	1	0,57	0,44	0,34
700	1	0,55	0,40	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,19	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	1	0,55	0,39	0,31	1	0,57	0,44	0,34
1000	1	0,55	0,40	0,32	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	1	0,54	0,38	0,30	1	0,56	0,43	0,34
2000	1	0,55	0,39	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	1	0,54	0,38	0,30	1	0,55	0,42	0,32

Таблиця 4.5

Коефіцієнт $K_{оїв}$, який характеризує зміну глибини розповсюдження хмари НХР що вилилася у «піддон»

НХР	Висота обвалування Н, м								
	1			2			3		
	Час після аварії, год.			Час після аварії, год.			Час після аварії, год.		
	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Аміак	0,25	0,30	0,34	0,17	0,20	0,22	0,14	0,16	0,18
Водень фтористий	0,20	0,23	0,27	0,12	0,15	0,17	0,09	0,11	0,13
Водень ціаністий	0,21	0,26	0,30	0,13	0,16	0,18	0,10	0,12	0,14
Сірчаний ангідрид	0,34	0,36	0,38	0,31	0,32	0,33	0,29	0,30	0,31
Сірководень	0,53	0,56	0,58	0,58	0,51	0,52	0,49	0,50	0,51
Формальдегід	0,43	0,45	0,47	0,40	0,41	0,42	0,38	0,39	0,40
Фосген	0,29	0,33	0,37	0,21	0,23	0,25	0,20	0,21	0,22
Фтор	0,20	0,24	0,27	0,14	0,16	0,17	0,11	0,13	0,14
Хлор	0,42	0,44	0,46	0,39	0,40	0,41	0,38	0,38	0,39

3. Площа забруднення населеного пункту $S_{н.п.}^{забр}$, км^2.

Для довгострокового прогнозування допускається, що розповсюдження хімічної хмари відбуватиметься під кутом 360 º, тобто концентричними колами відносно ХНО незалежно від напрямку вітру:

$$S_{н.п.}^{забр} = \pi(R_{нп}^2 - R_{сзз}^2) - \text{коли } \Gamma_T \geq R_{нп};$$

та $S_{н.п.}^{забр} = \pi(\Gamma_T^2 - R_{сзз}^2) - \text{коли } \Gamma_T < R_{нп}$;

де $R_{нп}$ – радіус населеного пункту.

Далі здійснюється побудова схеми розповсюдження хімічної хмари, як це наведено на рис. 4.1 – 4.3.

1. Якщо $Г_т$ більше $R_{нп}$, то схема зображується, як показано на рис. 4.1.
2. Якщо $Г_т$ менше $R_{нп}$, то схема зображується, як показано на рис. 4.2.
3. Якщо $Г_т$ дорівнює $R_{нп}$, то схема зображується, як показано на рис. 4.3.

Заштриховані площі на рис. 4.1– 4.3 відповідають забрудненій території населеного пункту внаслідок аварії на хімічно небезпечному об'єкті.

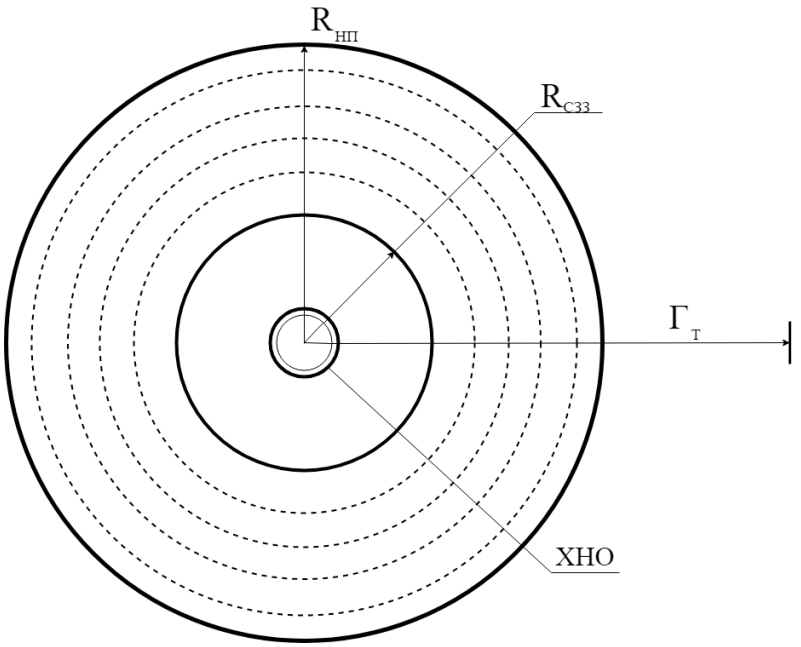

Рис. 4.1. Схема розповсюдження хімічної хмари при $Г_т > R_{нп}$

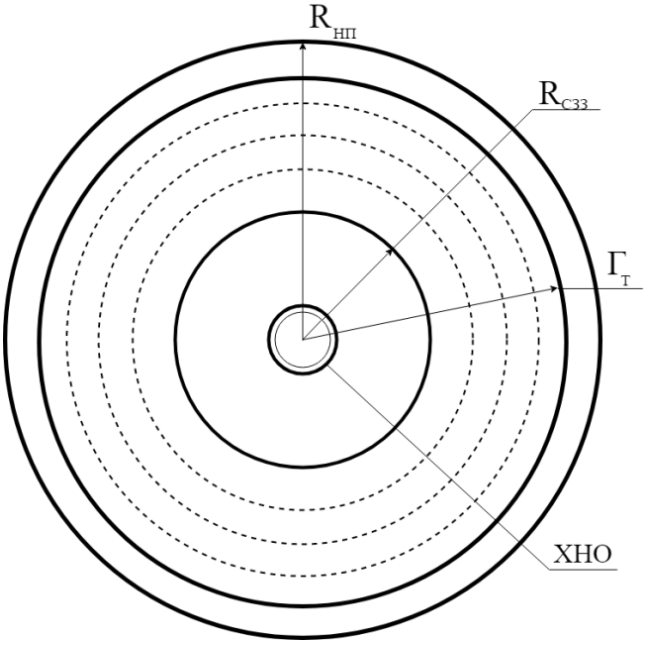

Рис. 4.2. Схема розповсюдження хімічної хмари при $Г_т < R_{нп}$

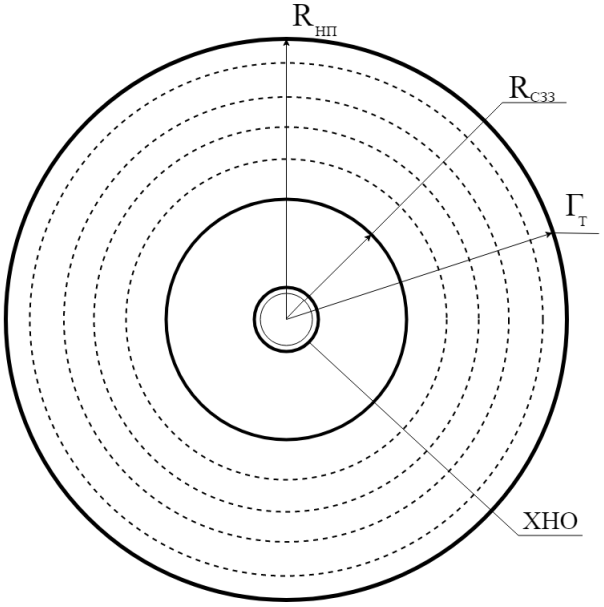

Рис. 4.3. Схема розповсюдження хімічної хмари при $\Gamma_т = R_{нп}$

4. Втрати робітників ХНО та людей населеного пункту $Втр_{хно}$, осіб визначаються з табл. 4.6 (нижній рядок), тобто:

$$Втр_{хно} = n_{хно} \cdot \delta_{ВТРхно}, \text{ осіб},$$

де $n_{хно}$ – кількість робітників на ХНО (задається);

$\delta_{ВТРхно}$ – питомі втрати робітників ХНО, ця величина визначається згідно з табл. 4. 6.

Орієнтовна структура втрат людей в осередках ураження складає:

- ураження легкого ступеня – 25 %;
- ураження середнього і тяжкого ступеня – 40 %;
- смертельні ураження – 35 %.

Таким чином визначаємо структуру втрат людей населеного пункту і робітників ХНО.

Для робітників ХНО:

- ураження легкого ступеня складає $Втр^{лс}_{хно} = 0,25 \cdot Втр_{хно}$,осіб;
- ураження середнього і тяжкого ступеня $Втр^{ст}_{хно} = 0,4 \cdot Втр_{хно}$, осіб;
- смертельне ураження $Втр^{см}_{хно} = 0,35 \cdot Втр_{хно}$, осіб.

Для людей у населеному пункті:

- ураження легкого ступеня складає $Втр^{лс}_{хно} = 0,25 \cdot Втр_{нп}$, осіб;
- ураження середнього і тяжкого ступеня $Втр^{ст}_{хно} = 0,4 \cdot Втр_{нп}$, осіб;
- смертельне ураження $Втр^{см}_{хно} = 0,35 \cdot Втр_{нп}$, осіб.

Таблиця 4.6

Можливі втрати робітників, службовців і населення від НХР в осередку ураження, %

Умови перебування людей	Забезпеченість людей протигазами, %									
	0	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
На відкритій місцевості	90–100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
У простих сховищах, спорудах	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примітка. Орієнтовна структура втрат людей в осередках ураження складає у %:

1) *ураження легкого ступеня – 25;*
2) *ураження середнього і тяжкого ступеня – 40;*
3) *смертельні ураження – 35.*

За аналогічною схемою виконується аварійне прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті, що передбачено в межах відповідної розрахункової роботи. Однак варто скористатися індивідуальними вихідними даними та необхідними рекомендаціями, наведеними у методичних матеріалах [1].

Рекомендована література

1. Сирота О. А. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни «Цивільний захист» на тему: «Прогнозування наслідків аварії на потенційно небезпечному хімічному об'єкті» / О. А. Сирота. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, кафедра техногенної безпеки, 2011. – 34 с.

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. За якими ступенями хімічної небезпеки розподіляються хімічно небезпечні об'єкти?
2. За якими ознаками класифікуються небезпечні хімічні речовини?
3. Що таке дегазація та якими способами вона здійснюється?
4. Назвіть основні способи зберігання хімічно небезпечних речовин.
5. Що таке ступінь вертикальної стійкості атмосфери і які існують різновиди?
6. Які основні допущення беруться до уваги при довгостроковому прогнозуванні наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті?
7. Яка основна мета аварійного прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті?
8. Яка принципова відмінність методик довгострокового та аварійного прогнозування?
9. Які, на Ваш погляд, недоліки запропонованих методик довгострокового та аварійного прогнозування наслідків аварії на хімічно небезпечному об'єкті?

Практичне заняття № 5

Тема заняття. *Міжнародні норми і законодавство України в галузі охорони праці (2 години).*

Мета заняття: детально ознайомитися з основними принципами соціальної відповідальності, вимогами до забезпечення охорони праці в структурі соціальної відповідальності, законодавчими основами Євросоюзу з питань охорони праці, Трудовими нормами Міжнародної організації праці (МОП), Конвенціями та Рекомендаціями МОП, питаннями міжнародного співробітництва в галузі охорони праці і т. ін.

Обговорюються такі питання:

1. Охорона праці як невід'ємна складова соціальної відповідальності; міжнародні норми соціальної відповідальності.
2. Законодавча основа Євросоюзу з питань охорони праці.
3. Міжнародне співробітництво в галузі охорони праці; основні напрямки співробітництва.
4. Основні законодавчі та нормативно-правові акти України щодо охорони праці.
5. Сучасні уявлення про соціальну відповідальність.
6. Соціальний діалог в Україні.

Заняття проводиться у вигляді семінарського. Ураховуючи значний обсяг обговорюваних питань та обмеженість відведеного часу, вважається доцільним попереднє визначення доповідачів із зазначених питань. Інші студенти готують до заняття стислий конспект (рукописний або друкований) відповідно до поставлених питань та беруть участь в їх обговоренні.

Під час підготовки до заняття передусім варто скористатися навчальним посібником [1], де в достатньому обсязі висвітлюються обговорювані питання. Доповідачам необхідно ознайомитись з посібниками [2–5], а також із першоджерелами міжнародних правових документів [6–11].

Усі наведені інформаційні джерела [1–11] є у вільному доступі в мережі Internet, а джерела [1, 2, 5] – у бібліотечному фонді університету.

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Які основні питання соціального діалогу висвітлюються у відповідних міжнародних документах, у яких беруть участь країни Європейського Союзу (ЄС)?

2. Назвіть основні принципи соціальної відповідальності згідно з міжнародним стандартом ISO 26000.
3. Які основні принципи Глобального договору відповідно до Міжнародної ініціативи ООН – Глобальний Договір ООН (Global Compact)?
4. Які основні групи законодавства ЄС про охорону праці?
5. Поясніть поняття «трипартизм» щодо структури та діяльності МОП.
6. Назвіть основні міжнародні організації в сфері охорони праці та дайте стислу характеристику їх діяльності.
7. Які основні групи міжнародних документів та угод, у яких бере участь Україна?
8. На яких законах базується Законодавство України про соціальний договір?
9. На яких принципах базується соціальний діалог в Україні та які основні рівні, та сторони соціального договору?
10. Які основні форми соціального договору?
11. З яких основних законів складається законодавство України щодо охорони праці?
12. Які види документів належать до нормативно-правових з охорони праці?
13. Які основні принципи кодування нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП)?

Рекомендована література

Посібники

1. Зеркалов Д. В. Охорона праці в галузі (загальні вимоги) : навч. пос. / Д. В. Зеркалов. – К. : Основа, 2011. – 512 с.
2. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та ін. Основи охорони праці : підручник. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К. : Основа, 2006. – 444 с.
3. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі : навч. посіб. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.
4. Русаловський А. В. Правові та організаційні питання охорони праці : навч. посіб. – 4-те вид., допов. і перероб. – К. : Університет «Україна», 2009. – 295 с.
5. Третьяков О. В., Зацарний В. В., Безсонний В. Л. Охорона праці : Навчальний посібник з тестовим комплексом на CD / за ред. К. Н. Ткачука. – К. : Знання, 2010 – 167 с.

Допоміжна

1. Директива Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників».
2. Конвенція МОП 187 «Про основи, що сприяють безпеці й гігієні праці».
3. Міжнародний стандарт SA8000: 2001 «Соціальна відповідальність». SAI SA8000: 2001 Social Accountability International.

4. Міжнародний стандарт ISO 26000:2010 – «Настанова по соціальній відповідальності». ISO 26000: 2010 (Draft) Guidance on Social Responsibility.
5. Міжнародний стандарт ISO 45001:2018 «Системи управління професійною безпекою та здоров'ям. Вимоги та настанови до застосування».
6. Закон України «Про охорону праці».
7. Закон України «Про пенсійне забезпечення».
8. Закон України «Про відпустки».
9. Постанова Кабінету Міністрів України від 01.08.1992 № 442 «Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці».
10. Постанова Кабінету Міністрів від 16.01.2003 № 36 «Про затвердження списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, зайнятість в яких дає право на пенсію за віком на пільгових умовах».
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 № 1290 «Про затвердження Списків виробництв, робіт, цехів, професій і посад, зайнятість працівників в яких дає право на щорічні додаткові відпустки за роботу із шкідливими і важкими умовами праці та за особливий характер праці».
12. Постанова Кабінету Міністрів України від 21.02.2001 № 163 «Про затвердження Переліку виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими умовами праці, робота в яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня».
13. Методичні рекомендації для проведення атестації робочих місць за умовами праці, затверджені постановою Міністерства праці від 01.09.1992 № 41.
14. Інструкція по заповненню Карти умов праці при проведенні атестації робочих місць, затверджена Міністерством праці України та Міністерством охорони здоров'я України від 30.11.1992 та 27.11.1992 № 06-41-48.
15. Наказ Міністерства праці та соціальної політики від 18.11.2005 № 383 «Про затвердження Порядку застосування Списків № 1 і № 2 виробництв, робіт, професій, посад і показників при обчисленні стажу роботи, що дає право на пенсію за віком на пільгових умовах».
16. Наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 23.03.2001 № 122 «Про затвердження Порядку застосування Переліку виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими умовами праці, робота в яких дає право на скорочену тривалість робочого тижня».
17. Наказ Міністерства праці та соціальної політики України від 30.01.1998 № 16 «Про затвердження Порядків застосування Списків виробництв, робіт, цехів, професій і посад, зайнятість працівників в яких дає право на щорічні додаткові відпустки за роботу із шкідливими і важкими умовами праці та за особливий характер праці».
18. Наказ Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства праці та соціальної політики України від 31.12.1997 № 383/55 «Про затвердження Показників та критеріїв умов праці, за якими надаватимуться щорічні додаткові відпустки працівникам, зайнятим на роботах, пов'язаних з негативним впливом на здоров'я шкідливих виробничих факторів».

Семінарське заняття № 6

Тема заняття. *Система управління охороною праці в галузі (СУОПГ) (2 години).*

Мета заняття: ознайомитися з основними вимогами щодо побудови і функціонування системи управління охороною праці (СУОП), Положенням про СУОП та елементами системи управління охороною праці, міжнародними стандартами з охорони праці, системами менеджменту охорони праці за стандартами ISO, галузевими та регіональними системами управління охороною праці та ін.

Обговорюються такі питання:

1. Сучасні уявлення про безпеку праці.
2. Основні принципи та функції управління охороною праці.
3. Сучасні підходи щодо створення системи управління охороною праці в галузі (підприємстві, організації, установі).
4. Планування роботи з охорони праці, контроль за станом охорони праці.
5. Стимулювання діяльності з охорони праці.
6. Відповідальність за недотримання норм охорони праці на підприємстві та в установі.

Заняття проводиться у вигляді семінарського. Ураховуючи значний обсяг обговорюваних питань та обмеженість відведеного часу, вважається доцільним попереднє визначення доповідачів із зазначених питань. Інші студенти готують до заняття стислий конспект (рукописний або друкований) відповідно до поставлених питань та приймають участь в їх обговоренні.

Усі джерела є у вільному доступі в мережі Internet та бібліотеках університету й міста. Під час підготовки до заняття, передусім бажано спиратися на оригінальні тексти нормативних документів. Доповідачам рекомендується зробити огляд міжнародних і українських стандартів, що регулюють управління охороною праці на підприємстві, установі, решта студентів робить стислий конспект і готує проблемні питання.

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Проведіть порівняльний аналіз стандартів різних країн з охорони праці.
2. Опишіть основні вимоги Міжнародного стандарту ISO 45001:2018 «Системи управління професійною безпекою та здоров'ям. Вимоги та настанови до застосування».

3. Безпека праці в Україні.
4. Основні вимоги щодо побудови і функціонування системи управління охороною праці (СУОП).
5. Запровадження галузевої Системи управління охороною праці на підприємствах.
6. Критерії ефективності функціональної структури СУОП.
7. Функціональні обов'язки з охорони праці керівників, посадових осіб і фахівців підприємства.
8. Оцінка стану безпеки праці в організації.
9. Стимулювання за досягнуті результати.
10. Порядок заохочення працюючих за дотримання вимог охорони праці.
11. Проведення внутрішнього аудиту.
12. Опрацювання програми поліпшення стану умов і безпеки праці.
13. Підготовка документів для визначення та обліку шкідливих і небезпечних виробничих факторів.
14. Підготовка документів для оцінки ступеня професійного ризику виробництва.

Рекомендована література

Посібники

1. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та ін. Основи охорони праці : підручник. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К. : Основа, 2006. – 444 с.
2. Протоєрейський О. С, Запорожець О. І. Охорона праці в галузі : навч. посіб. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 268 с.
3. Третьяков О. В., Зацарний В. В., Безсонний В. Л. Охорона праці : Навчальний посібник з тестовим комплексом на CD / за ред. К. Н. Ткачука. – К. : Знання, 2010 – 167 с.
4. Гогіташвілі Г. Г., Карчевські Є.-Т., Лапін В. М. Управління охороною праці та ризиками за міжнародними стандартами : навч. посіб. – К : Знання, 2007. – 367 с.

Базова (законодавчі акти)

1. НПАОП 0.00-4.09-07 «Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 55.
2. НПАОП 0.00-4.11-07 «Типове положення про діяльність уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 56.
3. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.

4. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9.
5. НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 15.11.2004 р. № 255.
6. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Наказ Держнаглядохоронпраці від 21.12.1993 р. № 132.
7. Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці. Затверджено Головою Держгірпромнагляду 07.02.2008 р.
8. Директива Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників».
9. Конвенція МОП 187 «Про основи, що сприяють безпеці й гігієні праці».
10. Міжнародний стандарт SA8000: 2001 «Соціальна відповідальність». SAI SA8000: 2001 Social Accountability International.
11. Міжнародний стандарт ISO 26000:2010 – «Настанова по соціальній відповідальності». ISO 26000: 2010 (Draft) Guidance on Social Responsibility.
12. Міжнародний стандарт ISO 45001:2018 «Системи управління професійною безпекою та здоров'ям. Вимоги та настанови до застосування».
13. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 ССБТ. Системи управління охороною праці. Загальні вимоги.
14. Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці. Затверджені Головою Держгірпромнагляду 7.02.2008 р. за міжнародними стандартами : навч. посіб. – К. : Знання, 2007. – 367 с.

Практичне заняття № 7

Тема заняття. *Оцінка умов праці на сучасному робочому місці галузі за факторами: виробниче освітлення та мікроклімат (4 години).*

Мета заняття: ознайомитися з санітарно-гігієнічними вимогами щодо виробничого освітлення та мікрокліматичних умов для робочих місць сфери розумової діяльності; оволодіти спрощеними методиками розрахунків природного та штучного освітлення, спліт-систем кондиціонування, а також здійснити підбір необхідного світлотехнічного обладнання та обладнання тепловологісної обробки повітря.

Заняття методично побудоване у вигляді підготовки до виконання розрахункової роботи, що передбачена у розділі 2.8 «Індивідуальні завдання» робочої програми навчальної дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі». Виконуються перевірочний розрахунок природного освітлення, загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами, а також здійснюється оцінка параметрів спліт-системи кондиціонування та підбір обладнання тепловологісної обробки повітря для реального виробничого приміщення або за вихідними даними, запропонованими студентами і узгодженими з викладачем. Зразки бланків вихідних даних та варіанти вихідних даних зберігаються на кафедрі.

Студенти, що отримали освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр» після завершення навчання в ЧНУ імені Петра Могили, зазвичай виконують перевірочний розрахунок природного освітлення при опануванні курсу «Безпека життєдіяльності і основи охорони праці», тому можуть під час заняття дещо його поновити, скориставшись вихідними даними, що характеризують обране виробниче приміщення. Студентам-випускникам інших закладів освіти варто виконати такий розрахунок, скориставшись методичними вказівками [1] і взявши у якості шаблону роздруківку електронного варіанту послідовності виконання зазначеного розрахунку.

За допомогою (консультації) викладача на виконання зазначеної роботи витрачається одна навчальна година.

Надалі виконуються розрахунки загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами та параметрів спліт-системи кондиціонування для обраного виробничого приміщення. Для раціонального використання аудиторного часу також доцільно буде скористатися роздрукованими шаблонами електронних варіантів послідовності виконання зазначених розрахунків.

Бланк вихідних даних для виконання розрахунків, представлений у табл. 7.1, одночасно є складовою звіту з розрахункової роботи, передбаченої як індивідуальне завдання із зазначеної дисципліни в межах годин, відведених на самостійну роботу.

Методики перевірочного розрахунку природного освітлення, розрахунку загального рівномірного освітлення виробничого приміщення люмінесцентними лампами та параметрів спліт-системи кондиціонування повітря з необхідними поясненнями та довідковими даними наведено в п. п. 7.1 – 7.3 практичної роботи.

Таблиця 7.1

Вихідні дані для оцінки умов праці у виробничому приміщенні за факторами: виробниче освітлення та мікроклімат

№	Параметри	Розмірність	Позначення	Значення
1	Довжина приміщення	a	м	
2	Ширина приміщення	b	м	
3	Висота приміщення	H	м	
4	Ширина вікна	c	м	
5	Висота вікна	d	м	
6	Кількість вікон	$n_в$	шт.	
7	Висота верхнього краю вікна відносно робочої поверхні	h	м	
8	Відстань розрахункової точки (робочої поверхні) до зовнішньої стіни	l	м	
9	Висота карнизу протилежної будівлі відносно підвіконня	H^l	м	
10	Відстань до затіняючої будівлі	D	м	
11	Орієнтація світлових прорізів (ОСП) за сторонами горизонту	ОСП	–	
12	Точність зорових робіт	T	–	
13	Вид світлопропускного матеріалу	–	–	
14	Вид віконної рами	–	–	
15	Сонцезахисні пристрої	–	–	
16	Стан стелі	–	–	
17	Стан стін	–	–	
18	Стан поверхні підлоги	–	–	
19	Кількість робочих місць	*пл*	шт.	

Студент групи _____ _____

Керівник _____

7.1. Перевірочний розрахунок природного освітлення у виробничому приміщенні

Основним завданням під час проектування природного освітлення є вибір типу та визначення розміщення і сумарної площі світлових прорізів (вікон), завдяки яким у приміщеннях забезпечується необхідний світловий режим. Для функціонального приміщення доцільно виконати перевірочний розрахунок з метою визначення відповідності існуючого рівня освітлення (або площі світлових прорізів) вимогам нормативних документів. Необхідні для розрахунку вихідні дані приводяться викладачем індивідуально для кожного студента за допомогою табл. 7.1 з поясненнями, представленими на рис.7.1–7.3.

Перевірочний розрахунок природного освітлення виконується у такій послідовності:

1. Нормований коефіцієнт природного освітлення для відповідної (заданої) категорії зорової роботи e_H, %.

Визначається відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 [2] (табл. 7.2) залежно від розряду зорової роботи, що залежить від найменшого (еквівалентного) розміру l_{min} об'єкта розпізнавання (табл. 7.2). Для користувачів персональних комп'ютерів це зазвичай:

– зорові роботи малої точності (V розряд); при цьому l_{min}= 1...5 мм і e_H = 1 %;

– зорові роботи середньої точності (IV розряд); при цьому l_{min} = 0,5...1 мм і e_H = 1,5 %.

2. Коефіцієнт світлового клімату m.

Залежить від території, на якій розташований виробничий об'єкт, та орієнтації світлових прорізів (вікон) за сторонами горизонту в обраному виробничому приміщенні [2, табл. 4]. Наприклад, для Миколаївської області (як і для решти територій України, окрім Одеської обл. та АР Крим) при орієнтації світлових прорізів у зовнішніх стінах будівель на північ (ПН) m = 0,9 (табл. 7.3).

3. Нормований коефіцієнт природного освітлення для розглянутих умов праці e_N, %.

$$e_N = e_н \cdot m .$$

4. Коефіцієнт запасу, що приймається за розрахунками природного освітлення $к_з$.

Визначається відповідно до рекомендацій [2, табл. 3] залежно від призначення приміщення, чистоти, кількості чищень скла світлових прорізів протягом року $n_ч$ та кута нахилу світлопропускного матеріалу до горизонту α (град.).

Для приміщень з нормальними умовами праці (кабінети та робочі приміщення, лабораторії, навчальні приміщення і т. ін.) при боковому освітленні (α = 90°) і рекомендованій кількості чищень $n_ч$ = 1, коефіцієнт запасу складає:

$$к_з = 1,2.$$

5. Геометричні співвідношення, що характеризують виробниче приміщення та розташування робочого місця в ньому: *a/b, b/h, l/b*.

6. Світлова характеристика вікна $\eta_в$.

Визначається відповідно до рекомендацій [2, табл. Л. 2]. Ураховуючи, що $\eta_в = f$ (*a/b, b/h, l/b*), в ряді випадків потрібно виконати двомірну лінійну інтерполяцію згідно з табл. 7.4.

8. Коефіцієнт світлопропускання матеріалу τ_1.

Визначається відповідно до рекомендацій [2, табл. Л. 3] залежно від виду світлопропускного матеріалу (табл. 7.6).

9. Коефіцієнт, що враховує втрату світла у віконних рамах τ_2.

Визначається відповідно до рекомендацій [2, табл. Л. 3] залежно від виду рами (табл. 7.6).

10. Коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях, τ_3.

При боковому освітленні τ_3= 1 (табл. 7.6); в інших випадках відповідно до рекомендацій [2, табл. Л. 3].

11. Коефіцієнт, що враховує втрату світла у сонцезахисних пристроях τ_4.

Для регулюючих жалюзі, що складаються, та штор (між скляних, внутрішніх та зовнішніх) τ_4= 1 (табл. 7.6); в інших варіантах відповідно до рекомендацій [2, табл. Л. 4].

12. Загальний коефіцієнт світлопропускання $\tau_{заг}$.

$$\tau_{заг} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4.$$

13. Розрахункове значення середньозваженого коефіцієнта відбивання внутрішніх поверхонь виробничого приміщення $\rho_{сер}$.

Відповідно до рекомендацій [2] середньозважений коефіцієнт відбивання внутрішніх поверхонь $\rho_{сер}$ варто приймати 0,5; 0,4; 0,3 відповідно для громадських, житлових і виробничих приміщень. Для умов розрахункової роботи рекомендовано застосовувати $\rho_{сер}$ = 0,3.

14. Площа підлоги виробничого приміщення $S_{підл}$, м^2.

$$S_{підл} = a \cdot b.$$

15. Коефіцієнт, що враховує підвищення коефіцієнта природного освітлення за рахунок світла, яке відбивається від внутрішніх поверхонь приміщення r_1.

Згідно з показниками [2, табл. Л. 5] $r_1 = f$ ($\rho_{сер}$, *a/b, b/h, l/b*). Вибір r_1 здійснюється за найближчими із наведених у табл. 7.7 значеннями $\rho_{сер}$, *a/b, b/h, l/b.*

16. Відношення відстані між протилежними будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконням D/H^I.

17. Коефіцієнт, що враховує вплив протилежної будівлі на освітленість у виробничому приміщенні $K_{буд}$.

Визначається згідно з [2, табл. Л. 2] як $K_{буд} = f$ (D/H^I) шляхом лінійної інтерполяції даних, наведених у табл. 7.5.

18. Площа вікон, що необхідна для забезпечення нормованої природної освітленості у виробничому приміщенні $S_в$, м^2.

$$S_в = \frac{e_N \cdot k_з \cdot \eta_в \cdot S_{підл} \cdot k_{буд}}{\tau_{заг} \cdot r_1 \cdot 100}.$$

Наприкінці розрахунку виконуємо порівняння необхідної площі вікон $S_в$ із дійсною площею вікон, розташованих у приміщенні, та робимо висновок відносно її відповідності санітарно-гігієнічним вимогам щодо забезпечення нормованого значення природного освітлення e_N.

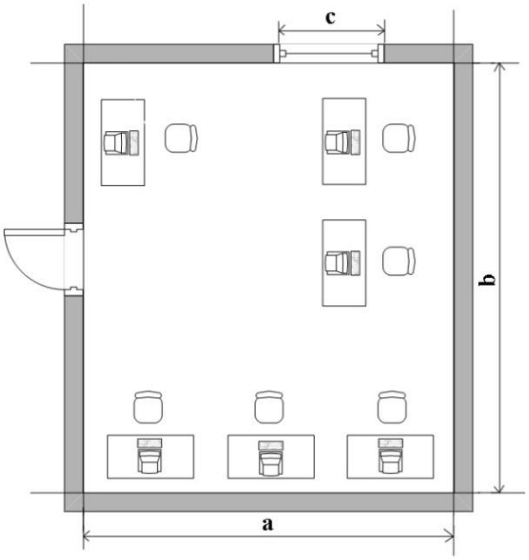

Рис. 7.1. План виробничого приміщення та розташування робочих місць

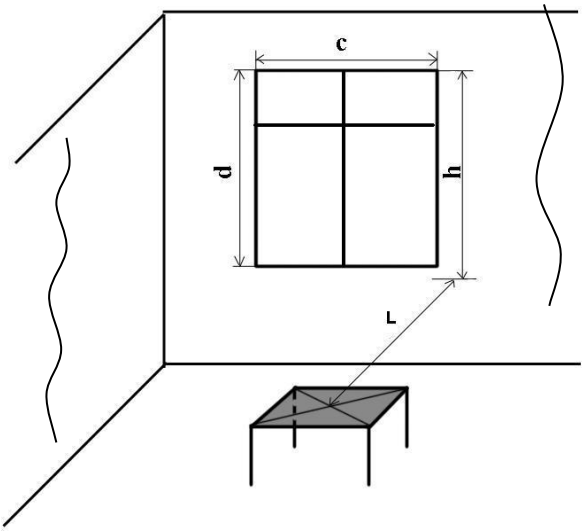

Рис. 7.2. Розташування типового робочого місця

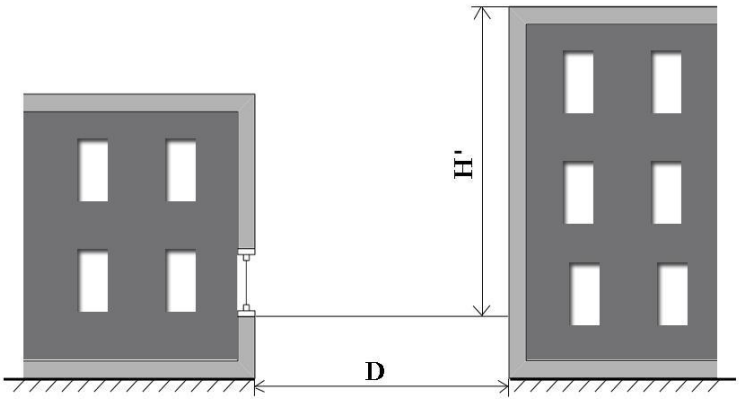

Рис. 7.3. Розташування протилежної будівлі

Для зручності виконання розрахунків наприкінці роботи наведено необхідні довідкові дані (табл. 7.2–7.7), представлені як витяг з відповідних таблиць згідно з [2].

7.2. Розрахунок загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами у виробничому приміщенні

Як правило, завдання світлотехнічного розрахунку системи штучного освітлення полягає у визначенні потужності джерел світла за вказаною освітленістю.

Далі представлено спрощений розрахунок загального рівномірного освітлення виробничого приміщення за допомогою методу коефіцієнта використання світлового потоку. Розрахунок виконується з використанням аналітичних і довідкових даних, наведених у джерелах [2; 3]. Схему для виконання розрахунку загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами наведено на рис. 7.4, а необхідні вихідні дані для розрахунку вибирають із заповненого бланку завдання відповідно до табл. 7.1.

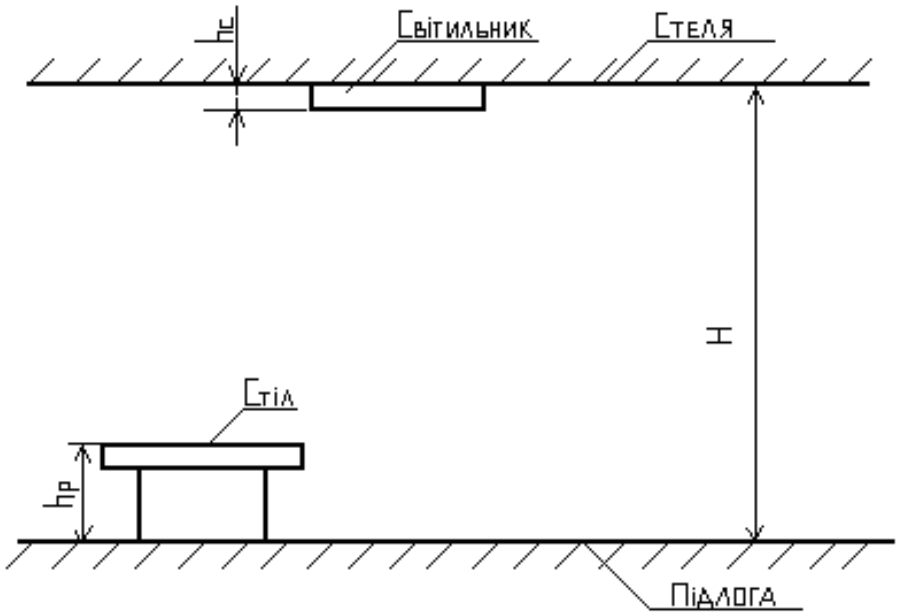

Рис. 7.4. Схема для розрахунку штучного освітлення

Розрахунок загального рівномірного освітлення виробничого приміщення люмінесцентними лампами виконується у такій послідовності:

1. Висота світильника над підлогою h_0, м.

$$h_0 = H - h_c.$$

Зазвичай $h_{0\min}$= 2,6…4, 0 м, коли кількість ламп у світильнику $n \le 4$, та $h_{0\min}$ = 3,2…4,5 при n>4. Зауважимо, що за наявності підвісної стелі, майже завжди зовнішня площина світильника співпадає з площиною стелі, тобто: $h_c = 0$.

2. Висота світильника над робочою поверхнею h, м.

$$h = h_0 - h_p,$$

де h_p – це висота робочої поверхні (робочого стола). Зазвичай h_p = 0,72…0,75 м.

3. Показник приміщення i.

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}.$$

4. Коефіцієнт відбиття внутрішніх поверхонь виробничого приміщення: стелі $\rho_{стелі}$, стін $\rho_{стін}$, %.

Визначається відповідно до табл. 7.8 і 7.9, наведених за даними [3, відповідно до табл. 3.9 і 3.10].

5. Осереднене значення коефіцієнтів відбиття стелі та стін $\bar{\rho}$, %.

$$\bar{\rho} = 0{,}5 \cdot (\rho_{стелі} + \rho_{стін}).$$

4. Коефіцієнт використання світлового потоку η, %.

Значення коефіцієнта використання світлового потоку можна оцінити за допомогою залежностей $\eta = f(i, \bar{\rho})$, побудованих на основі даних [3, табл. 3.26 та інших джерел] представлених на рис. 7.5.

5. Нормоване значення освітленості E_H, лк.

Визначається відповідно до [2, табл. 1] залежно від розряду зорової роботи, який підпорядкований найменшому розміру $l_{\min}$ об'єкта розпізнавання (табл. 7.2). Для користувачів персональних комп'ютерів це зазвичай:

– зорові роботи малої точності (V розряд); при цьому $l_{\min}$ = 1...5 мм і E_H = 200...300 лк (залежно від підрозряду зорової роботи);

– зорові роботи середньої точності (IV розряд); при цьому $l_{\min}$ = 0,5...1 мм і E_H = 200…300 лк (залежно від підрозряду зорової роботи).

6. Коефіцієнт запасу, що використовується при розрахунку штучного освітлення $к_з$.

Визначається відповідно до рекомендацій [2, табл. 3] залежно від призначення приміщення, режиму чистоти та кількості чищень світильників протягом року $n_ч$.

Для приміщень з нормальними умовами праці (кабінети, лабораторії, та навчальні приміщення і т. ін.) при рекомендованій кількості чищень $n_ч$ = 1–2 коефіцієнт запасу складає:

$$к_з = 1{,}4.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності світлового потоку Z.

Згідно з рекомендаціями [3] при освітленні люмінесцентними лампами:

$$Z = 1{,}1.$$

8. Площа підлоги виробничого приміщення $S_{підл}$, м^2.

$$S_{підл} = a \cdot b\,.$$

9. Світловий потік однієї лампи $Ф_л$, лм.

Визначається за технічними даними певних люмінесцентних ламп [2, табл. 3.27], наведених у табл. 7.10.

10. Необхідна кількість світильників у виробничому приміщенні при кількості n (шт.) ламп у кожному N, шт.

$$N = \frac{E \cdot k_з \cdot S_{підл} \cdot Z \cdot 100}{n \cdot Ф_л \cdot \eta}\,.$$

Відзначимо, що розрахунки відповідно до п. п. 9–10 зазвичай необхідно виконувати неодноразово, варіюючи типом світильника, кількістю та типом ламп у ньому. При цьому доцільно використати в якості конструктивного прототипу одне із існуючих виробничих приміщень, у якому виконано загальне штучне освітлення люмінесцентними лампами.

Отриману кількість світильників згідно з п.10 округляють до більшого цілого значення, а при дворядному їх розташуванні – до більшого парного значення.

11. Потужність загального штучного освітлення люмінесцентними лампами у виробничому приміщенні $P_{заг}$, Вт.

$$P_{заг} = P_л \cdot N \cdot n\,,$$

де $P_л$ – потужність однієї лампи світильника.

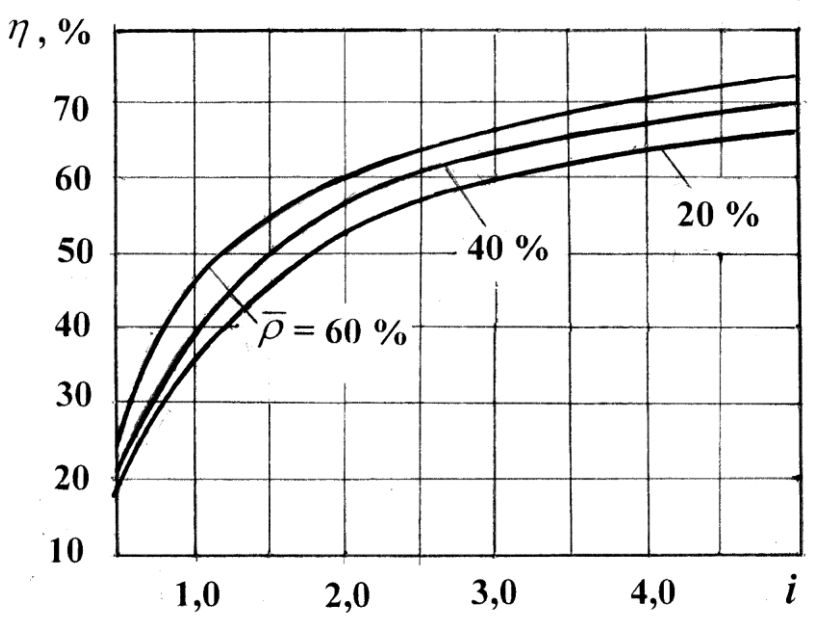

Рис. 7.5. Залежність коефіцієнта використання світлового потоку η від показника приміщення i та осередненого значення коефіцієнтів відбиття стелі та стін $\bar{\rho}$

Розміщення світильників (їх центрів) бажано здійснювати за сторонами квадрату з довшої сторони L = (1,1…1,6) h. Для ліній, що світяться, відстань між лініями повинна також дорівнювати L. Відстань від стіни до світильника або до лінії, що світиться, має складати l = 0,3…0,5 L (див. рис.7.6).

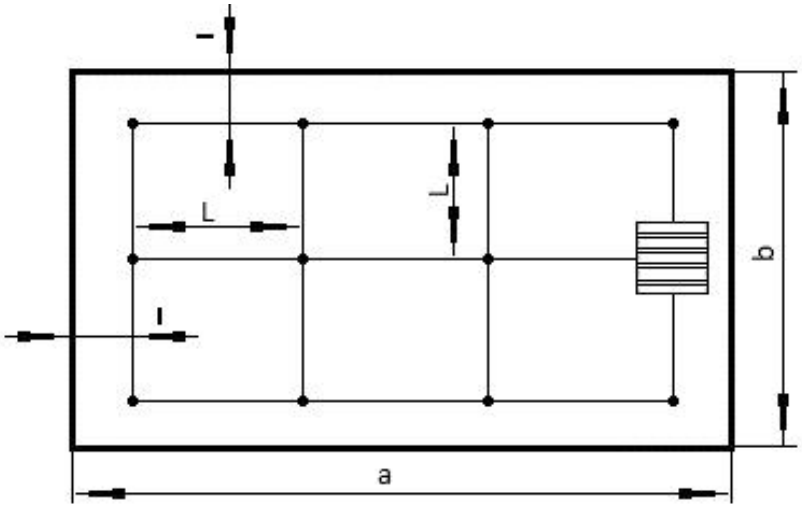

Рис. 7.6. Розміщення центрів світильників на стелі виробничого приміщення

Для зручності виконання розрахунків природного та штучного освітлення наприкінці цієї роботи подані необхідні довідкові матеріали (табл. 7.2–7.10).

Таблиці, що необхідні для розрахунків природного та штучного освітлення, наведено відповідно до даних [2]. Для зручності користування нами збережено їх нумерацію згідно з вказаними першоджерелами.

7.3. Розрахунок параметрів спліт-системи кондиціонування та підбір обладнання тепловологісної обробки повітря

7.3.1. Оцінка тепло- та вологонадлишків у розрахунковому приміщенні

Розрахунок теплонадлишків у виробничому приміщенні виконується з використанням експрес-методики [4]. Загалом цю методику використовують для розробки систем кондиціонування повітря на базі нескладного (у проектному відношенні) кліматичного обладнання: кондиціонерів спліт-систем, кондиціонерів віконного типу та моноблочного виконання. Теплонадлишки оцінюються як сума основних теплоприпливів у виробничому приміщенні.

Розрахунок виконується в такій послідовності:

1. Теплоприплив у розрахункове приміщення крізь огородження Q_1, кВт.

Визначається залежно від об'єму приміщення та питомого теплового навантаження в ньому q_{num}, Вт/м^3. Згідно з даними [4] для приміщень, розташованих на сонячній стороні, та з великою площею оскління зовнішніх стін, q_{num}=35…40 Вт/м^3; приміщень на тіньовій стороні – q_{num}=30…35 Вт/м^3. Зазвичай приймається для середньостатистичного приміщення q_{num}=35 Вт/м^3. Тоді:

$$Q_1 = a \cdot b \cdot H \cdot q_{num} \cdot 10^{-3},$$

де a, b, H – відповідно довжина, ширина та висота виробничого приміщення, м.

2. Теплоприплив у розрахункове приміщення від оргтехніки Q_2, кВт.

Оцінюється як $q_{от}$= 300 Вт на один комп'ютер у повній комплектації (або 30 % від встановленої потужності електроспоживачів). За кількістю комп'ютерів $n_к$:

$$Q_2 = n_к \cdot q_{от} \cdot 10^{-3}.$$

3. Теплоприплив від людей, які працюють у виробничому приміщенні Q_3, кВт.

Кількість людей, які працюють у приміщенні $n_л$, та питомому тепловиділенні однієї людини $q_л$ = 100 Вт/люд (офісні та інші приміщення з робочими місцями сфери розумової діяльності).

$$Q_3 = n_л \cdot q_л \cdot 10^{-3}.$$

4. Загальний явний теплонадлишок у виробничому приміщенні $Q_я$, кВт.

$$Q_я = Q_1 + Q_2 + Q_3.$$

5. Вологонадлишок у виробничому приміщенні W, кг/год.

Для офісних приміщень та приміщень з робочими місцями сфери розумової діяльності враховуються тільки вологоприпливи від людей. Їх величина залежить від температури у виробничому приміщенні $t_п$ та категорії виконуваної роботи. Наприклад, при категорії робіт ЛЕГКА-1А та температурі у приміщенні $t_п$ =24 °С (середнє значення оптимального діапазону температур для цієї категорії робіт). Питомий вологоприплив складає $g_л$ = 100 г/(год. люд). Тоді:

$$W = n_л \cdot g_л \cdot 10^{-3}.$$

6. Прихований теплонадлишок у виробничому приміщенні $Q_{прих}$, кВт.

$$Q_{прих} = \frac{W \cdot r}{3600},$$

де r – прихована теплота пароутворення, кДж/кг (зазвичай приймається r = 2500 кДж/кг).

6. Сумарний теплонадлишок у виробничому приміщенні Q_T, кВт.

$$Q_T = Q_{я+} Q_{прих}.$$

7.3.2. Визначення необхідної холодо- та повітропродуктивності спліт-системи кондиціонування та підбір обладнання тепловологісної обробки повітря

Оцінка зазначених параметрів спліт-системи кондиціонування здійснюється за такою послідовністю:

1. Необхідна холодопродуктивність спліт-системи кондиціонування Q_0, кВт.

Для замкнених систем кондиціонуваня (саме такою є спліт-система), їх необхідна холодопродуктивність дорівнює (з певним запасом) сумарному теплонадлишку у виробничому приміщенні.

$$Q_0 = 1{,}1 \cdot Q_T .$$

2. Ентальпія повітря у виробничому приміщенні I_n, кДж/кг.

Визначається за допомогою діаграми *d, I* стану вологого повітря [4] або аналітично залежно від температури t_n та відносної вологості $\varphi_П$ повітря. Наприклад, при t_n = 24 °С та $\varphi_П$ = 50 % (середнє значення оптимального діапазону температур та відносної вологості для категорії робіт ЛЕГКА-1А) зазначена ентальпія I_n= 48 кДж/кг.

3. Ентальпія повітря на вході у виробниче приміщення (виході із повітророзподільника, тобто внутрішнього блоку) $I_{вх}$, кДж/кг.

Оцінюється за допомогою діаграми *d, I* стану вологого повітря [4] залежно від температури повітря на вході у виробниче приміщення $t_{вх}$ та відносній вологості $\varphi_{вх}$. Ураховуючи, що повітря на виході з охолоджувача з повітророзподільника знаходиться майже у стані насичення, його відносна вологість $\varphi_{вх}$= 90…95 %. Тоді, наприклад, при $t_{вх}$= 15 °С та $\varphi_{вх}$ = 90 %, $I_{вх}$ = 38 кДж/кг.

4. Необхідна масова повітропродуктивність внутрішнього блоку спліт-системи кондиціонування $G_в$, кг/с.

$$G_в = \frac{Q_0}{I_n - I_{вх}} .$$

5. Необхідна об'ємна повітропродуктивність внутрішнього блоку спліт-системи кондиціонування $V_в$, м^3/год.

При густині повітря за нормальних умов $\rho_П$ = 1,205 кг/м^3.

$$V_B = \frac{G_B}{\rho_П} \cdot 3600 .$$

Підбір обладнання тепловологісної обробки повітря здійснюється з урахуванням визначеної необхідної холодопродуктивності спліт-системи Q_0 (кВт) та необхідної повітропродуктивності $V_в$ (м^3/год.). Ураховуючи, що повітропродуктивність $V_в$ залежить від робочої різниці ентальпій $\Delta I_p = I_n - I_{вх}$, а вона відповідно від робочої різниці температур $\Delta t_p = t_n - t_{вх}$, розраховане значення повітропродуктивності $V_в$ може не співпадати з його паспортним значенням для певної спліт-системи при співпадінні необхідної холодопродуктивності Q_0.

Наразі фірми-виробники пропонують широкий спектр спліт-систем кондиціонування (фірми LG, SAMSUNG, TOSHIBA, FUJITSU, MQ, Chigo та ін.).

Зазвичай найбільш інформативними для споживача є такі технічні характеристики спліт-системи при її виборі:

– фірма-виробник — назва фірми
– модель — шифр моделі
– холодопродуктивність (потужність охолодження) Q_0, кВт — чисельне значення
– теплопродуктивність (потужність обігріву) $Q_{ТП}$, кВт — чисельне значення
– споживана потужність N, кВт — чисельне значення
– повітропродуктивність вентилятора $V_в$, м^3/год. — чисельне значення
– габарити всередині блоку $L \cdot B \cdot H$ — чисельне значення
– рівень шуму L, дБ — чисельне значення

Таблиця 7.2

Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (витяг з ДБН В.2.5-28-2006) [2, фрагмент табл. 1]

Характеристика зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
						Освітленість, лк			сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації		КПО, ен %			
						при системі комбінованого освітлення		при системі загального освітлення			при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при ерхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
						всього	у т.ч. від загального		Р	Кп, %				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Середньої точності	Більше 0,5 до1,0	IV	а	Малий	Темний	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9
			б	Малий Середній	Середній Темний	500	200	200	40	20				
			в	Малий Середній Великий	Світлий Середній Темний	400	200	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	–	–	200	40	20				
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	а	Малий	Темний	400	200	300	40	20	3	1	1,8	0,6
			б	Малий Середній	Середній Темний	–	–	200	40	20				
			в	Малий, Середній Великий	Світлий Середній Темний	–	–	200	40	20				
			г	Середній Великий Великий	Світлий Світлий Середній	–	–	200	40	20				

Таблиця 7.3

Значення коефіцієнта світлового клімату (витяг з ДБН В.2.5-28-2006) [2, табл. 4]

Світлові прорізи	Орієнтація світлових прорізів за сторонами горизонту	Коефіцієнт світлового клімату, m	
		Автономна республіка Крим, Одеська обл.	Решта територій України
У зовнішніх стінах будинків	ПН	0,85	0,9
	ПНС, ПНЗ	0,85	0,9
	З, С	0,8	0,85
	ПДС, ПДЗ	0,8	0,85
	ПД	0,75	0,85
Примітка. Пн – північ; ПНС – північ-схід; ПНЗ – північ-захід; С – схід; З – захід; Пн-Пд – північ-південь; С-З – схід-захід; ПД – південь; ПДС – південь-схід; ПДЗ – південь-захід			

Таблиця 7.4

Значення світлової характеристики вікон ($\eta_в$) при боковому освітленні (витяг з ДБН В.2-5-28-2006) [2, табл. Л.1]

Відношення довжини приміщення (a) до його ширини (b)	Відношення ширини приміщення (b) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	-

Таблиця 7.5

Значення $K_{буд}$ залежно від відношення відстані між протилежними будівлями D до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконням H^I

(витяг з ДБН В.2-5-28-2006) [2, табл. Л.2]

D / H^I	0,5	1	1,5	2	3 і
$k_{буд}$	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Таблиця 7.6.

Значення коефіцієнтів τ_1, τ_2, τ_3 (витяг з ДБН В.2-5-28-2006) [2, фрагменти табл. Л.3 і Л.4]

Вид світлопропускного матеріалу	Значення τ_1	Вид віконної рами	Значення τ_2	Сонцезахисні пристрої	Значення τ_3
Скло віконне листове:		**Віконні рами для промислових будівель:**		**Регульовані жалюзі та штори, що складаються**	1
одинарне	0,9				
подвійне	0,8	а) дерев'яні:		**Стаціонарні жалюзі із захисним кутом не більше 45°:**	
потрійне	0,75	одинарні	0,8		
Скло листове:		спарені	0,75		
армоване	0,6	подвійні окремі	0,65	горизонтальні	0,65
з візерунком	0,65	потрійні	0,5	вертикальні	0,75

Провження табл. 7.6

сонцезахисне	0,65	б) металеві:		**Горизонтальні козирки:** комірки:	
контрастне	0,75	одинарні	0,9	із захисним кутом не більше 30º	0,8
Органічне скло:		спарені	0,85		
прозоре	0,9	подвійні окремі	0,8	із захисним кутом від 15 º до 45º (багатоступінчасті)	0,9–0,6
молочне	0,9	з потрійним засклінням	0,7		
Порожнисті скляні блоки:					
світлорозсіюючі	0,5	рами металопластикових вікон	0,78		
світлопрозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

Таблиця 7.7

Значення коефіцієнта r_1 (витяг з ДБН В.2-5-28-2006) [2, фрагмент табл. Л.5]

b/h	l/b	Значення r_1 при боковому освітленні									Значення r_1 при боковому двосторонньому освітленні							
		Середній коефіцієнт відбиття ρ стелі, стін, підлоги																
		0,5			0,4			0,3			0,5			0,4			0,3	
		Відношення довжини приміщення a до його ширини b																
		0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15
Від 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,2
	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5	2,35	2	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5	1,3
Від 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,5
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	3,65	2,9	2,5	2,2	1,9	1,5	1,8	1,8
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	4,45	3,35	2,15	2,4	2,1	1,6	2	1,9
Більше 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,0
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,0
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5	4,2	3,5	2,65	2,25	2	1,7	1,95	1,7
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7	5,1	4	3,1	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9	5,8	4,5	3,5	2,8	2,4	1,95	2,25	2
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1
	1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25

Таблиця 7.8

Орієнтовні значення коефіцієнтів відбиття стелі ($\rho_{стелі}$) та стін ($\rho_{стін}$) [3, табл. З.9]

Колір пофарбованої поверхні	Коеф. відбиття *р, %*	Колір пофарбованої поверхні	Коеф. відбиття *р, %*
Біла палітура	85	Світло-сіра	53
Біла напівматова	82	Сіра алюмінієва	42
Біла слонова кістка	79	Зелена (колір шавлії)	41
Кремово-біла	72	Бежева	38
Світло-рожева	69	Коричнева	23
Світло-жовта	60	Оливково-зелена	20
Світло-червона	56	Темно-коричнева	15
Блакитна	53	Темно-зелена	10
		Темно-синя	4

Таблиця 7.9

Коефіцієнти відбиття ρ поверхонь з різним кольоровим пофарбуванням [3, табл. З.10]

Стан стелі	$\rho_{стелі}$, %	Стан стін	$\rho_{стін}$, %
Свіжопобілена	80…65	Свіжопобілені *з* вікнами закритими білими шторами	75…65
Побілена в сирих приміщеннях	65…40	Свіжопобілені з вікнами без штор	55…45
Бетонна чиста	55…45	Бетонні з вікнами	35…25
Бетонна брудна	35…25	Обклеєні світлими шпалерами	40…25
Світла дерев'яна (полакована)	60…45	Обклеєні темними шпалерами	15…50
Темна дерев'яна (нефарбована)	30…25	Цегляні не штукатурені	15…10

Таблиця 7.10

Технічні дані деяких ламп розжарювання та люмінесцентних ламп [3, фрагмент табл. З.27]

Люмінесцентні лампи загального призначення			
Потужність, *Вт*	Тип лампи	Світловий потік, *лм*	Довжина лампи, *м*
20	ЛДЦ	850	0,6
20	ЛД	1000	0,6
20	ЛБ	1200	0,6
30	ЛДЦ	1500	0,9
30	ЛД	1800	0,9
30	ЛБ	2180	0,9
40	ЛДЦ	2200	1,2
40	ЛД	2500	1,2
40	ЛБ	3200	1,2
80	ЛДЦ	3800	1,5

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Що означає поняття «умови» праці?
2. Які групи факторів характеризують виробниче середовище?
3. Які основні фактори (параметри) характеризують виробниче середовище?
4. Наведіть основні світлотехнічні характеристики.

5. Яким чином нормується природне та штучне освітлення?
6. Від чого залежить коефіцієнт світлового клімату і коефіцієнт сонячності клімату?
7. Якими геометричними співвідношеннями визначається світлова характеристика вікна?
8. Від чого залежить загальний коефіцієнт світлопропускання?
9. Які основні методи розрахунку штучного освітлення?
10. У чому сутність методу коефіцієнта використання світлового потоку?
11. Якими параметрами характеризується мікроклімат у виробничому приміщенні і яким чином вони нормуються?
12. Що таке «робоча різниця температур» і «робоча різниця ентальпій» для систем кондиціонування повітря?
13. Які основні складові теплонадлишків у виробничому приміщенні?
14. Що означає «явний» і «прихований» теплоприплив у виробничому приміщенні?
15. Як визначається необхідна холодопродуктивність спліт-системи кондиціонування?

Рекомендована література

1. Методичні вказівки до оформлення текстової документації та кваліфікаційних робіт з дисциплін, закріплених за факультетом комп'ютерних наук / Укладачі : Ю. А. Батрак, М. В. Донченко, І. М. Журавська, М. Т. Фісун ; під заг. ред. М. Т. Фісуна. – Миколаїв : Видавництво ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. – Вип. 128. – 44 с. (Методична серія).
2. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006.
3. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук та ін. ; за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 350 с.
4. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие / В. А. Ананьев, Л. Н. Балуева, А. Д. Гальперин и др. – М. : «Евроклимат», издательство «Арина», 2000. – 416 с.

Практичне заняття № 8

Тема заняття. *Інтегральна оцінка важкості праці на робочому місці сфери розумової праці (2 години).*

Мета заняття: опанування методики інтегральної бальної оцінки важкості праці та на основі цього розробка рекомендацій щодо покращення умов праці на певному робочому місці сфери розумової праці.

8.1. Загальні положення

З метою зменшення негативного впливу шкідливих виробничих факторів та розробки заходів щодо запобігання зниження працездатності, виникнення професійних захворювань та випадків виробничого травматизму, важливо об'єктивно оцінити вплив *умов праці* на функціональний стан організму людини.

Згідно з Державними санітарними нормами і правилами [1] умови праці – це сукупність факторів *виробничого середовища* і *трудового процесу*, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків.

До факторів, що визначають виробниче середовище відносяться:

– фізичні фактори (мікроклімат, випромінювання різної фізичної природи та відповідних частотних діапазонів, виробничий шум, вібрація, освітлення і т. ін.);

– хімічні фактори (речовини хімічного походження, деякі речовини біологічної природи, отримані хімічним синтезом та/або для контролю яких використовуються методи хімічного аналізу, аерозолі фіброгенної дії, яким є пил);

– біологічні фактори (мікроорганізми-продуценти, живі клітини та спори мікроорганізмів, що містяться в бактеріальних препаратах, патогенні мікроорганізми).

До факторів трудового процесу відносяться *важкість (тяжкість) праці* та *напруженість праці*.

Важкість (тяжкість) праці – це характеристика трудового процесу, що відображує рівень загальних енергозатрат, переважне навантаження на опорно-руховий апарат, серцево-судинну систему, дихальну та інші системи. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі.

Відповідно до [1] визначаються такі категорії робіт за важкістю: легка, середньої важкості, важка, дуже важка.

Напруженість праці – це характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органів чуття, емоційну сферу працівника. До показників, що характеризують напруженість праці,

належать: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Згідно з зазначеними Державними санітарними нормами і правилами умови праці розподіляються на 4 класи:,

– 1 клас (оптимальні);

– 2 клас (допустимі);

– 3 клас (шкідливі). Цей клас за рівнем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працівників поділяється на 4 ступеня: 1 – (3.1), 2 – (3.2), 3 – (3.3) і 4 – (3.4);

– 4 клас (небезпечні).

У додатках до [1] наведені гігієнічні критерії для оцінки умов праці залежно від рівнів виміряних параметрів (факторів) виробничого середовища, трудового процесу та принципи загальної гігієнічної оцінки умов праці. Передбачається порівняння фактичних значень факторів та з нормативними з подальшим віднесенням їх до відповідного класу умов праці. Тобто, передбачається поелементний підхід щодо аналізу умов праці.

У 80-х роках в НДІ праці проводилися дослідження у 21 галузі народного господарства з метою встановлення зв'язку між умовами праці та інтегральної реакції організму людини. Запропоновано методику аналізу умов праці, в основі якої *інтегральна бальна оцінка*, що базується на застосуванні показника – *важкість праці*. Зокрема маємо на увазі ступінь сукупного впливу всіх факторів умов праці (санітарно-гігієнічних, соціально-психологічних та ін.). Тобто, показник – важкість праці – застосовується дещо ширше, ніж його аналог згідно з діючими Державними санітарними нормами і правилами [1], що у такій інтерпретації може бути використаним для характеристики не тільки *фізичної*, але й *розумової* праці [2].

Надалі наведено методику інтегральної бальної оцінки важкості праці, викладеної на основі робіт [3, 4] з деякими змінами та уточненнями.

8.2. Методика інтегральної бальної оцінки важкості праці

При інтегральній оцінці враховуються санітарно-гігієнічні і психофізіологічні виробничі елементи умов праці. Залежно від рівня виробничих факторів у процесі праці формується одне із трьох станів організму людини: нормальний, пограничний (між нормою та патологією) і патологічний.

Характерні ознаки кожного з трьох функціональних станів взято за основу фізіологічної шкали щодо визначення важкості робіт.

Розроблена класифікація НДІ праці, визначає шість *категорій важкості праці* залежно від степені впливу умов праці на функціональний стан організму людини.

До *першої* категорії важкості відносяться усі види робіт, які виконуються за оптимальних умов праці. Виробниче навантаження відповідає фізіологічним можливостям людини та її здібностям.

До *другої*, роботи при виконанні яких нормальний стан організму практично не змінюється. Можливі зміни функціонального стану організму поновлюються під час регламентованого відпочинку або відпочинку після роботи. Ця категорія свідчить, що віднесена до неї робота виконується у сприятливих умовах.

До *третьої* відносяться роботи, при виконанні яких в організмі людини внаслідок підвищеного навантаження або не зовсім сприятливих умов праці формується початкова стадія пограничного функціонального стану. Основною ознакою зазначеної категорії важкості є уповільнення фізіологічних функцій, та виконання звичайних робочих операцій (завдань), знижується індивідуальна продуктивність праці.

До *четвертої* категорії відносяться роботи, при виконанні яких в організмі формується глибокий пограничний стан. Для цієї категорії властиві зниження працездатності та підвищений рівень загальної захворюваності, з'являються виробничо обумовлені захворювання, зростає кількість і важкість виробничих травм.

До *п'ятої* категорії важкості відносяться роботи, при виконанні яких в організмі людини формується патологічний функціональний стан внаслідок надмірного навантаження та несприятливих санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища. Роботи п'ятої категорії викликають хронічні виробничо обумовлені захворювання та професійні хвороби.

До *шостої* відносяться роботи, при виконанні яких виразно з'являються ознаки патологічного функціонального стану в організмі людини на ранніх стадія. Для цієї категорії важкості характерна велика кількість професійних захворювань, що виявляються рано і набувають тяжкого перебігу.

Варто відзначити наявність певної відповідності функціонального стану організму, що відповідає класам умов праці (оптимальному, допустиму та шкідливому чотирьох підкласів, тобто всього шести градаціям, виключаючи небезпечний клас умов праці) згідно з класифікацією [1] та наведеним вище категоріям важкості праці.

Для об'єктивної оцінки важкості праці на певному робочому місці всі елементи умов праці оцінюються у балах (від 1 до 6) відповідно до табл. 8.1. Таблиця дещо удосконалена відносно її базового варіанту [4, 5 та ін.], урахо-вуючи вимоги нормативних документів [1–3 та ін.], і є адаптованою переважно до сфери розумової праці.

Далі на конкретному прикладі виконаємо інтегральну бальну оцінку умов праці на робочому місці сфери розумової праці. Для прикладу візьмемо робоче місце інженера-програміста, розташоване в офісному приміщенні фірми, який займається розробкою високоінтелектуальних програмних продуктів.

У табл. 8.2 представлено основні фактори, що характеризують обране робоче місце, і є вихідними даними для виконання подальших розрахунків.

Для зручності подальших розрахунків буде доцільним компонувати розрахун-кові дані, як представлено в табл. 8.3, скориставшись подальшими поясненнями.

У табл. 8.3 представлені параметри, що необхідні для інтегральної оцінки умов праці, а саме:

x_{Hi} – нормативне значення i – того фактору умов праці (прийняті значення відповідають оптимальному (допустимому) класу умов праці згідно з Гігієнічною класифікацією [1]) та встановлюються за допомогою табл. 8.1. Беруться до уваги значення факторів з колонки, що відповідають їх оцінці в 1 бал (у деяких випадках – 2 бали). За наявності певного діапазону значень буде розглянуто його середнє значення з вказаного діапазону. Це стосується температури та відносної вологості повітря робочої зони.

$x_{абі}$ – дійсне значення i – того фактору умов праці (відповідно до даних табл. 8.2);

x_{xi} – оцінка i – того фактору умов праці (відповідно до даних табл. 8.1), балів;

t_i – тривалість дії i – того фактору умов праці (відповідно до даних табл. 8.1), хв.;

$t_{питі}$ – відносна тривалість дії i – того фактору умов праці (за прийнятої тривалості робочої зміни $t_p = 480$ хв.), хв., тобто:

$$t_{питі} = \frac{t_i}{t_p} = \frac{t_i}{480}; \quad (8.1)$$

$x_{фі}$ – фактична оцінка питомої ваги i – того фактору умов праці, балів, а саме:

$$x_{фі} = x_{x_i} t_{питі} = x_{x_i} \frac{t_i}{480}. \quad (8.2)$$

За показниками табл. 8.3 визначаємо елемент умов праці, який одержав у балах найбільшу оцінку $x_{\max}$. Принципово, таких елементів може бути декілька.

Таким елементом являється елемент x_{15}, який пов'язаний з тривалістю роботи за добу, тобто $x_{\max} = x_{15}$=3,75. Цей елемент вважається визначаючим.

Далі розраховується:

8.2.1. Середній бал усіх елементів, крім визначаючого $\bar{x}$, балів:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_{фі}}{n-1}, \quad (8.3)$$

де n – фактична кількість урахованих елементів умов праці (у нашому випадку n = 18).

Тоді:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_{фі}}{n-1} =$$

$$= \frac{1{,}75 + 2{,}625 + 2 + 2 + 1 + 3 + 1{,}75 + 3 + 2 + 1 + 1{,}75 + 1{,}5 + 1{,}5 + 1 + 3 + 2{,}625 + 1{,}5}{18-1} = 1{,}94.$$

8.2.2. Інтегральна бальна оцінка умов праці на робочому місці у відділі програмного забезпечення I_n, балів.

$$I_n = 10 \cdot (x_{\max} + \bar{x}\frac{6 - x_{\max}}{6}) \quad (8.4)$$

Після підстановки в (8.2) значень $\bar{x}$ та $x_{\max}$ отримаємо:

$$I_n = 10 \cdot (x_{\max} + \bar{x}\frac{6 - x_{\max}}{6}) = 10 \cdot (3,75 + 1,94\frac{6 - 3,75}{6}) = 44,8.$$

Отримане значення інтегральної оцінки умов праці порівнюємо зі значеннями, наведеними в табл. 8.4 і робимо висновок відносно категорії важкості праці.

Згідно з показниками табл. 8.4 умови праці на визначеному робочому місці відносяться до III категорії, коли спостерігається відхилення від ГДК і ГДР факторів трудового процесу та допустимих величин психофізіологічних факторів.

8.3. Оцінка ефективності заходів щодо покращення умов праці

З метою визначення відповідності фактичних умов праці на заданому робочому місці їх нормативним значенням широко використовується так званий *коефіцієнт умов праці* [5].

Зазначений коефіцієнт визначається як середньогеометрична величина показників, що характеризують умови праці за такою формулою:

$$\kappa_y = (a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot \ldots \cdot a_m)^{\frac{1}{m}}, \quad (8.5)$$

де $a_1, a_2, a_3 \ldots a_m$ – індекс відхилення фактичних значень елементів праці від нормативних за відповідними показниками;

m – кількість показників, що характеризують елементи умов праці, за якими проводились виміри (тобто показники, що мають чисельні оцінки).

Для розрахунку коефіцієнта відхилення a_i, коли підвищення чисельного значення фактору умов праці (у відповідних межах) призводить до покращення умов праці, застосовується формула:

$$a_i = \frac{x_{аб_i}}{x_{н_i}}. \quad (8.6)$$

Коли підвищення чисельного значення фактору призводить до погіршення умов праці, рекомендується залежність:

$$a_i = \frac{x_{н_i}}{x_{аб_i}}. \quad (8.7)$$

Під час розрахунку коефіцієнта умов праці враховуємо ті фактори, які мають відповідні фактичні та нормативні чисельні значення.

Таким чином, за показниками табл. 8.3 індекси відхилення мають значення:

– температура повітря у теплий період року $a_1 = 24/26 = 0,923$;

– відносна вологість $a_2 = 50/65 = 0,769$;

– швидкість повітря $a_3 = 0{,}2/0{,}25 = 0{,}8$;
– освітленість на робочих місцях $a_4 = 150/300 = 0{,}5$;
– мінімальний розмір об'єкта розпізнавання $a_5 = 0{,}5/1{,}0 = 0{,}5$;
– виробничий шум $a_6 = 50/55 = 0{,}91$;
– рівень інтенсивності теплового випромінювання $a_7 = 140/500 = 0{,}28$;
– вміст токсичної речовини (озону) $a_8 = 1/1{,}5 = 0{,}67$;
– вміст паперового пилу $a_9 = 1/1 = 1$;
– кількість важливих об'єктів спостереження $a_{11} = 5/5 = 1$;
– тривалість зосередженого спостереження $a_{12} = 25/50 = 0{,}5$;
– тривалість повторюваних операцій $a_{13} = 50/100 = 0{,}5$;
– тривалість безперервної роботи протягом доби $a_{15} = 8/10 = 0{,}8$;
– тривалість рухів пальців на годину $a_{18} = 360/1000 = 0{,}36$.

Отримані значення свідчать про значне відхилення факторів умов праці від їх нормативних значень.

Визначимо коефіцієнт умов праці:

$$\kappa_y = (a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot ... \cdot a_m)^{\frac{1}{m}} = (a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot a_7 \cdot a_8 \cdot a_9 \cdot a_{11} \cdot a_{12} \cdot a_{13} \cdot a_{15} \cdot a_{18})^{\frac{1}{14}} =$$

$$= (0{,}923 \cdot 0{,}769 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}91 \cdot 0{,}28 \cdot 0{,}67 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}36)^{0{,}0714} =$$

$$= 0{,}635.$$

Визначений коефіцієнт умов праці значно відхиляється від свого оптимального значення ($\kappa_y^{опт} = 1$). Це свідчить про необхідність проведення комплексу заходів з охорони праці.

Пропонуємо до всіх факторів умов праці, бальна оцінка яких перевищує значення $x_{x_i} = 2$, вжити заходи (надати рекомендації) з метою досягнення кожним із розглянутих елементів умов праці саме вищезазначеного значення ($x_{x_i} = 2$).

За даними табл. 8.3 визначаємо інтегральний показник важкості праці за формулою, що використовується, коли умови праці оцінюються балами «1» або «2»:

$$I_{n_2} = 19{,}7 \cdot \bar{x} - 1{,}6 \cdot \bar{x}^2, \tag{8.8}$$

де

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_{\phi_i}}{n}. \tag{8.9}$$

Тоді для таких умов праці згідно з табл. 1.2 маємо:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_{\phi_i}}{n} = \frac{3 \cdot 1{,}75 + 3 \cdot 1{,}5 + 3 \cdot 1 + 9 \cdot 2}{18} = 1{,}71;$$

$$I_{n_2} = 19{,}7 \cdot \bar{x} - 1{,}6 \cdot \bar{x}^2 = 19{,}7 \cdot 1{,}71 - 1{,}6 \cdot 1{,}71^2 = 29{,}1 \text{ балів.}$$

Згідно з показниками наведеними у табл. 8.4, отримане значення інтегрального показника I_{n2}=29,1 балів, відповідає ІІ категорії умов праці, тобто роботам, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК) і рівням (ГДР) санітарно-гігієнічних елементів праці, а також допустимим величинам психофізіологічних факторів.

Інтегральний показник важкості праці дозволяє визначити вплив умов праці на працездатність людини у такій послідовності [5] :

8.3.1. Ступінь втоми працівника на визначеному робочому місці B, у. о.

$$B = \frac{I_n - 15{,}6}{0{,}64}, \tag{8.10}$$

де чисельні значення 15,6 і 0,64 – це коефіцієнти регресії.

Тоді:

– до впровадження комплексу заходів з охорони праці ступінь втоми складає:

$$B_1 = \frac{I_n - 15{,}6}{0{,}64} = \frac{44{,}8 - 15{,}6}{0{,}64} = 45{,}6;$$

– після впровадження комплексу заходів з охорони праці ступінь втоми складає:

$$B_2 = \frac{I_{n_2} - 15{,}6}{0{,}64} = \frac{29{,}15 - 15{,}6}{0{,}64} = 21{,}2.$$

8.3.2. Рівень працездатності людини $П$, у. о.

$$П = 100 - B. \tag{8.11}$$

Тоді:

– до впровадження комплексу заходів з охорони праці рівень працездатності складає:

$$П_1 = 100 - B_1 = 100 - 45{,}6 = 54{,}4;$$

– після впровадження комплексу заходів з охорони праці рівень працездатності складає:

$$П_2 = 100 - B_2 = 100 - 21{,}2 = 78{,}8.$$

8.3.3. Зміна продуктивності праці $\Delta П$, %.

$$\Delta П = 0{,}2 \cdot (\frac{П_2}{П_1} - 1) \cdot 100, \tag{8.12}$$

де 0,2 – це коефіцієнт, який враховує частку підвищення продуктивності праці у зв’язку з підвищенням працездатності.

Тоді для розглянутого прикладу маємо:

$$\Delta П = 0{,}2 \cdot (\frac{П_2}{П_1} - 1) \cdot 100 = 0{,}2 \cdot (\frac{78{,}8}{54{,}4} 1) \cdot 100 \approx 9\%.$$

Виконані розрахунки довели, що проведені заходи з охорони праці призвели до зменшення важкості праці з ІІІ до ІІ категорії, і відповідно, зниженню втоми, підвищенню працездатності інженера-програміста.

Крім того, вказані заходи можуть призвести до підвищення продуктивності праці працівника на 8,7 %.

8.4. Послідовність проведення практичного заняття

Заняття передбачає виконання розрахунків з метою інтегральної оцінки умов праці на певному робочому місці сфери розумової праці. Передбачається попереднє ознайомлення студентів зі змістом цієї практичної роботи за допомогою паперового варіанту методичних вказівок або їх електронного варіанту.

8.4.1. Отримавши варіант вихідних даних, аналогічних за формою представленою у табл. 8.2, та скориставшись критеріями бальної оцінки умов праці (табл. 8.1) та формулами 8.1 і 8.2 студент заповнює усі колонки табл. 8.3. Постійно поповнюється необхідна кількість варіантів вихідних даних (понад 30 варіантів), критерії бальної оцінки (табл. 8.1) та бланки табл. 8.3, що підготовлені на кафедрі екології.

8.4.2. Визначається елемент умов праці, який одержав у балах найбільшу оцінку $x_{\max}$, а далі, скориставшись формулами 8.3 і 8.4, підраховується інтегральний показник важкості праці I_n на зазначеному робочому місці.

8.4.3. За допомогою табл. 8.4 визначається категорія умов праці та надається їх відповідна характеристика. Якщо категорія робіт відповідає I або II рівню, робоче місце відповідає усім вимогам нормативних документів.

8.4.4. Для факторів умов праці, що мають чисельне значення, за допомогою формул 8.6 і 8.7 визначаються індекси відхилення a_i фактичних значень елементів праці від їх нормативних рівнів, а далі, за формулою (8.5) – коефіцієнт умов праці κ_y. Якщо визначений коефіцієнт значно відхиляється від свого оптимального значення $(\kappa_y^{опт} = 1)$, то це свідчить про необхідність проведення комплексу заходів з охорони праці. Ця ситуація відповідає категоріям робіт, що згідно з даними табл. 8.4 є III та вищого рівнів.

8.4.5. Пропонується до всіх факторів умов праці, бальна оцінка яких перевищує значення $x_{\phi_i} = 2$, вжити заходів (надати рекомендації) з метою досягнення кожним із розглянутих елементів умов праці зазначеного вище значення ($x_{\phi_i} = 2$).

8.4.6. Фактори x_{ϕ_i}, які відповідно до табл. 4.3 мають значення $x_{\phi_i} > 2$, умовно прийняти рівними $x_{\phi_i} = 2$, а далі, за допомогою формул 8.9 і 8.8 визначається інтегральний показник важкості праці I_{n_2}.

8.4.7. Використовуючи формулу (8.10), визначається ступінь втоми працівника до впровадження заходів з охорони праці B_1 та після B_2.

8.4.8. За допомогою формули (8.11) визначається рівень працездатності працівника до впровадження заходів з охорони праці $П_1$ та після $П_2$.

8.4.9. Використовуючи формулу (8.12), оцінюється можлива зміна продуктивності праці $\Delta П$ за рахунок підвищення працездатності працівника на певному робочому місці.

Виконавши запропоновані розрахунки, слід реально оцінити можливість реалізації заходів, запропонованих у п. 8.4.5. Справа в тому, що деякі фактори

умов праці згідно з даними табл. 8.1, апріорі являються невід'ємними елементами праці певних категорій працівників (наприклад, фактори за п. п. 11, 12 та ін.).

Наприкінці роботи надаються рекомендації щодо практичної реалізації заходів з охорони праці з метою покращення умов праці на зазначеному робочому місці сфери розумової праці.

Питання для самоперевірки та самоконтролю

1. Дайте визначення умов праці згідно ДСПіН «Гігієнічна класифікація умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [1].
2. Які групи факторів характеризують виробниче середовище?
3. У чому різниця поняття «важкість (тяжкість) праці» згідно з «Гігієнічною класифікацією умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» [1] та при інтегральній бальній оцінці умов праці?
4. Що покладено в основу інтегральної бальної оцінки важкості праці?
5. Яким чином визначається інтегральна бальна оцінка важкості праці?
6. Що таке коефіцієнт умов праці та яким чином він визначається?
7. Яким чином визначається ступінь втоми та рівень працездатності працівника?
8. Яким чином визначається зміна продуктивності праці та чи є використання цього показника доцільним для усіх категорій працівників?

Рекомендована література

1. ДСНіП «Гігієнічна класифікація умов праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
2. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
3. ДСН 3.3.6.037. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
4. Воронова В. М. Определение категории тяжести труда : методические указания к дипломному проектированию / В. М. Воронова, А. Э. Егель. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 18 с.
5. Дементий Л. В. Охрана труда в автоматизированном производстве. Правовые и организационные основы : уч. пособ. / Л. В. Воронова, А. Л. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2004. – 140 с.
6. Крушельницька Я. В. Фізіологія і психологія праці : підручник / Я. В. Крушельницька. – К. : КНЕУ, 2003. – 367 с.

Таблиця 8.1

Критерії бальної оцінки умов праці

№ з/п	Фактор умов праці на робочому місці	Оцінка, бали					
		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С: – теплий період – холодний період	 23…25 21…23	 26…28 18…20	 29…32 15…17	 33…35 12…14	 35…37 Нижче +12	 >37 –
2	Відносна вологість повітря на РМ, %	40…50	55…60	61…75	76…85	Понад 85	–
3	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	Менше 0,2	0,2…0,5	0,6…0,7	0,8…1,2	1,3…1,7	Понад 1,7
4	Освітленість на РМ, лк	≥ 300	240…300	160…230	100…150	60…90	30…50
5	Мінімальний розмір об’єкта розпізнавання, мм	> 1,0	1…0,3	< 0,3	0,005…0,3	< 0,05	–
6	Виробничий шум, перевищення ГДР, дБА	< 1	Рівно ГДР	1…5	6…10	> 10	> 10 з вібрацією
7	Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м²	≤ 140	141..1000	1001…1500	1501…2000	2001…2500	>2500
8	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	–	≤ 1	1…2,5	2,6…4,0	4,1…6	> 6,0
9	Виробничий пил (паперовий та ін.), кратність перевищення ГДК	–	≤ 1	1…5	6…10	11…30	> 30
10	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	РМ стаціонарне, поза вільна, маса переміщуваного вантажу ≤ 5 кг	РМ стаціонарне поза вільна, маса переміщуваного вантажу > 5 кг	Робоче місце стаціонарне, поза не вільна, до 25 % часу зміни у нахиленому положенні до 30°	РМ стаціонарне, поза вимушена – до 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна більше 50 % робочої зміни	РМ стаціонарне, поза вимушена, незручна, нахили під кутом до 60° більше 300 разів за робочу змін
11	Кількість важливих об’єктів спостереження	Менше 5	5…10	11…25	Понад 25	–	–
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	Менше 25	25…50	51…75	76…85	86…90	Понад 90
13	Тривалість повторюваних операцій, с	Понад 100	31…100	20…30	10…19	5…9	1…4
14	Змінність роботи	Ранкова зміна	Дві зміни	Три зміни	Нерегулярні зміни	–	–

Провження табл. 8.1

15	Тривалість безперервної роботи за добу, годин	–	< 8	< 12	> 12	–	–
16	Режим праці та відпочинку	Обґрунтований, з включенням музики та гімнастики	Обґрунтований, без включення музики та гімнастики	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	–	–	–
17	Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за індивідуальним планом	Прості дії за заданим планом з можливістю корегування	Складні дії за заданим планом з можливістю корегування	Складні дії за заданим планом при дефіциті часу	Відповідальність за безпеку людей	Індивідуальний ризик
18	Кількість рухів пальців на годину	< 360	360…720	721…1080	1081…3000	> 3000	–

Таблиця 8.2

Залежність категорії умов праці від величини інтегральної бальної оцінки

Діапазон інтегральної бальної оцінки	**Категорія умов праці**	**Характер роботи**
До 18	I	Роботи, що виконуються в оптимальних умовах
18,1…33	II	Роботи, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям (ГДК) і рівням (ГДР) санітарно-гігієнічних елементів, а також допустимим рівням психофізіологічних факторів
33,1…45	III	Роботи, що відхиляються від ГДК і ГДР та допустимих рівнів психофізіологічних факторів
45,1…53	VI	Робота у несприятливих умовах праці
53,1…59	V	Роботи, що виконуються в екстремальних умовах
Понад 59	VI	Роботи, що виконуються в екстремальних умовах

Таблиця 8.3

Фактори умов праці у виробничому приміщенні

№ з/п	**Фактор умов праці на робочому місці**	**Значення показника**	**Тривалість дії фактора**
1	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С: – теплий період; – холодний період.	 26 –	 420 –
2	Відносна вологість повітря на РМ, %	65	420
3	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	0,25	480
4	Освітленість на РМ, лк	150	240
5	Мінімальний розмір об’єкта розпізнавання, мм	0,5	240
6	Виробничий шум, дБА	55	480

Провження табл. 8.3

7	Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м²	500	420
8	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	1,5	480
9	Виробничий пил (паперовий та ін.), кратність перевищення ГДК	1	480
10	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	Робоче місце стаціонарне, маса переміщення вантажу до 5 кг	480
11	Кількість важливих об'єктів спостереження	5	420
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	50	360
13	Тривалість повторюваних операцій, с	50	360
14	Змінність роботи	Ранкова зміна	480
15	Тривалість безперервної роботи за добу, годин	10	600
16	Режим праці та відпочинку	Відсутність обґрунтованого режиму праці та відпочинку	480
17	Нервово–емоційне навантаження	Складні дії за заданим планом з можливістю корегування	420
18	Кількість рухів пальців на годину	1000	240

Таблиця 8.4

Параметри, що необхідні для розрахунку інтегральної бальної оцінки умов праці на робочому місці

№ з/п	Фактор умов праці на робочому місці	Нормоване значення актора x_{Hi}	Оцінка фактора		Тривалість дії фактора		Фактична оцінка питомої ваги фактора $x_{фі}$
			Абсолютна $x_{абі}$	У балах x_i	Хвилин t_i	У долях робочої зміни $t_{пит\ i}$	
1	Температура повітря на робочому місці (РМ) у виробничому приміщенні, °С: – теплий період – холодний період	 23…25 21…23	 26 –	 2 –	 420 –	 0,875 –	 1,75 –
2	Відносна вологість повітря на РМ, %	40..60	65	3	420	0,875	2,625
3	Швидкість руху повітря на РМ, м/с	<0,2	0,25	2	480	1	2
4	Освітленість на РМ, лк	300	150	4	240	0,5	2
5	Мінімальний розмір об'єкта розпізнавання, мм	>1	0,5	2	240	0,5	1
6	Виробничий шум, дБА	50	55	3	480	1	3
7	Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м²	≤140	500	2	420	0,875	1,75
8	Токсична речовина, озон, кратність перевищення ГДК	≤1	1,5	3	480	1	3
9	Виробничий пил (паперовий та ін.), кратність перевищення ГДК	≤1	1	2	480	1	2

Провження табл. 8.4

10	Робоче місце (РМ), поза та переміщення у просторі	РМ стаціонарне, маса переміщення до 5 кг	РМ стаціонарне, маса переміщення до 5 кг	1	480	1	1
11	Кількість важливих об’єктів спостереження	<5	5	2	420	0,875	1,75
12	Тривалість зосередженого спостереження, % часу зміни	<25	50	2	360	0,75	1,5
13	Тривалість повто-рюваних операцій, с	>100	50	2	360	0,75	1,5
14	Змінність роботи	Ранкова	Ранкова зміна	1	480	1	1
15	Тривалість безперервної роботи за добу, годин	<8	10	3	600	1,25	3,75
16	Режим праці та відпочинку	Обґрунтований з вкл. музики та гімнастики	Відсутній	3	480	1	3
17	Нервово-емоційне навантаження	Прості дії за індивідуальним планом	Складні дії за заданим планом з можливістю коригування	3	420	0,875	2,625
18	Кількість рухів пальців на годину	<360	1000	3	240	0,5	1,5

Практичне заняття № 9

Тема заняття. *Оцінка факторів виробничого середовища та трудового процесу для сучасного робочого місця галузі (2 години).*

Мета заняття: детально ознайомитися з факторами виробничого середовища та трудового процесу, які впливають на функціональний стан організму працівника. При цьому акцент робимо на ті з них, що передусім впливають на працівників галузі (сфери розумової діяльності).

За допомогою викладача заповнюється Карта умов праці для сучасного робочого місця галузі. Під час заняття заповнюється варіант Карти умов праці, наведений у додатку А, він є спеціально адаптованим для навчальних потреб, оскільки більшість студентів ЗВО будуть офісними працівниками. Оригінальний варіант Карти умов праці з Інструкції щодо заповнення Карти умов праці при проведенні атестації робочих місць (для порівняння та загального ознайомлення) наведений у табл. 9.1.

На прикладі окремих підприємств і організацій м. Миколаєва розглядається процедура паспортизації санітарно-гігієнічних умов праці та атестації робочого місця. Аналізуються та обґрунтовуються раціональні заходи і засоби щодо поліпшення умов праці та удосконалення трудового процесу.

Рекомендована література

Посібники

1. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В. та ін. Основи охорони праці : підручник. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К. : Основа, 2006. – 444 с.
2. Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп’ютерів. Навч. посіб. – Вид. 2-е, доп. – Львів : Афіша, 2001. – 176 с.
3. Катренко Л. А., Кіт Ю. В., Пістун І. П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум : Навч. посіб. – Суми : Університетська книга, 2009. – 540 с.

Допоміжна

1. Інструкція по заповненню Карти умов праці при проведенні атестації робочих місць, затверджена Міністерством праці України та Міністерством охорони здоров’я України від 30.11.1992 та 27.11.1992 № 06-41-48.
2. ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».
3. ДСанПіН 3.3.6.096-2002 Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
4. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
5. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

6. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
7. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Наказ Держгірпромнагляду від 26.03.2010 р. № 65.
8. Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 № 528.
9. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
10. ДНАОП 0.00-8.02-93. Єдина державна система показників обліку умов та безпеки праці.

Таблиця 9.1

Оцінка факторів виробничого середовища і трудового процесу для робочого місця

№ з/п	Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Дата дослідження	Нормативне значення (ГДР та ГДК)	Фактичне значення	Клас умов праці							Тривалість дії фактора, % за зміну	Примітка
					1 Оптимальний	2 Допустимий	3 Шкідливий				4 Небезпечний		
							3.1	3.2	3.3	3.4			
1	Шкідливі хімічні речовини 1 клас небезпеки 2 клас небезпеки 3–4 класи небезпеки												
2	Вібрація загальна локальна												
3	Шум												
4	Інфразвук												
5	Ультразвук												
6	Неіонізуючі випромінювання: – радіочастотний діапазон; – діапазон промислової частоти; – оптичний діапазон (лазерне випромінювання)												
7	Мікроклімат у приміщенні: – температура повітря, °С; – відносна вологість, %; – швидкість руху повітря, м/с; – інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2												
8	Іонний склад повітря: – позитивних іонів, шт./см^3; – негативних іонів, шт./см^3;												

Провження табл. 9.1

9	Виробниче освітлення: – природне, коефіцієнт природного освітлення – штучне, освітленість, лк												
	Напруженість праці												
10	Увага: – тривалість зосередження (% часу зміни) – щільність сигналів у середньому за годину				До 50	51–75	>75	–	–	–			
11	Напруженість аналізаторних функцій: – зір (категорії зорових робіт);				Груба та малоточна	Точна	Високоточна	Особливо точна із застосуванням оптичних приладів	–	–			
	– слух (при виробничій необхідності сприймання розмови чи диференційованих сигналів), розбірливість сигналів чи слів, %;				100 – 90	90 – 70	< 70	–	–	–			
12	Емоційне та інтелектуальне напруження:				робота за індивідуальним планом	робота за встановленим графіком з можливістю його коригування в процесі діяльності	рішення складних завдань в умовах дефіциту часу та інформації чи з підвищеною відповідальністю	особистий ризик, небезпека, відповідальність за безпеку інших осіб	–	–			
13	Монотонність: – кількість елементів в операціях, що багатократно повторюються;				>10	10 – 4	3 – 2	–	–				
	– тривалість виконання операцій, що повторюються, в секунду				>100	100 – 20	19 – 2	–	–				
	– час спостереження за ходом виробничого процесу без активних дій, % до тривалості зміни				До 80	81 – 95	96 та >	–	–				
14	Змінність				змінна робота без нічних змін	одно-двозмінна робота з нічною зміною	нерегулярна змінність з роботою у нічну зміну	тризмінна робота	–	–			

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

Ю. Г. Щербак, А. О. Алексєєва,
О. В. Макарова, А. Л. Боженко

Методичні рекомендації до практичних (семінарських) занять з дисципліни «Цивільний захист та охорона праці в галузі»

Випуск 273

Редактор *Р. Грубкіна*.
Технічний редактор, комп'ютерна верстка *Н. Хасянова.*
Друк, фальцювально-палітурні роботи *С. Волинець, О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 11.09.2019
Формат 60х84$^{1}/_{16}$. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 2,92.
Тираж 11 пр. Зам. № 5735.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.