

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

В. І. Ізотов, В. О. Михайлюк

**ЗАСОБИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ
ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Методичні вказівки до виконання
практичних і розрахунково-графічних робіт

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв 2006

УДК 351.86 (075.8): 614.8

Ізотов В.І., Михайлюк В.О. Засоби оперативного контролю обстановки у надзвичайних ситуаціях: Методичні вказівки до виконання практичних та контрольних розрахунково-графічних робіт. – Миколаїв: НУК, 2006. – 48 с.

Кафедра БЖД та ЦЗ

Методичні вказівки окреслюють порядок використання засобів оперативного контролю радіаційної та хімічної обстановок для усунення наслідків застосування зброї масового ураження та аварій на хімічно-небезпечних об'єктах при виконанні студентами практичних та контрольних розрахунково-графічних робіт з дисциплін "Безпека життєдіяльності" та "Цивільна оборона".

Призначені для студентів вищих навчальних закладів. Можуть бути корисними керівному та командному складам аварійно-рятувальних служб відповідних об'єктів економіки.

Рецензент канд. техн. наук, доцент В.Є. Микитюк

ВСТУП

До основних завдань цивільного захисту належать запровадження заходів, котрі спрямовані на підвищення стійкості роботи об'єктів економіки (ОЕ) в умовах надзвичайних ситуацій (НС) мирного та воєнного часу; забезпечення надійного захисту робітників, службовців, населення, що мешкає поблизу від вражаючих факторів НС. Найбільш масштабні за наслідками є НС, що спричиняють радіоактивне та хімічне зараження навколишнього середовища. У зв'язку з цим безсумнівна необхідність радіаційного та хімічного моніторингів заражених ОЕ та прилеглих територій. Більш того, останні є обов'язковим елементом при визначенні необхідних заходів керівниками цивільної оборони (ЦО) відповідних рівнів стосовно захисту людей і застосування найбільш доцільних дій рятувальниками та персоналом підприємств, що опинилися на зараженій місцевості, зокрема при виконанні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (АРiНР). В залежності від конкретної обстановки й технічного забезпечення розрахунки задачі з оцінки радіаційної (РО) та хімічної (ХО) обстановки можуть проводитись аналітичним, графо-аналітичним та іншими способами, наприклад, шляхом використання спеціальних розрахункових засобів (радіаційної лінійки (РЛ), розрахункової лінійки цивільної оборони, кутовимірювального круга (КК-ЦО) й ін.), які дозволяють значно скоротити час, потрібний для цього. Тому в даних методичних вказівках подано опис існуючих розрахункових засобів: лінійок РЛ, ЦО, кутовимірювального круга КК-ЦО та наведено методику їх застосування.

Використання зазначених вище розрахункових засобів, на відміну від інших способів оцінки РО і ХО, дозволяє оперативно з достовірними результатами розв'язувати різні задачі з прогнозування оцінки обстановки без використання довідкової літератури.

На жаль, описані у виданні найпростіші розрахункові засоби тривалий час не корегувалися, а параметри, отримані при їх використанні, подаються у позасистемних одиницях виміру. Внаслідок цього потрібно перевести зазначені величини у Міжнародну систему (СІ) з використанням наступних співвідношень:

$$1 \text{ кг/см}^2 = 100 \text{ кПа}; \quad 1 \text{ кал/см}^2 \approx 42 \text{ кДж/м}^2; \quad 1 \text{ Р} = 0,88 \cdot 10^{-2} \text{ Гр}.$$

Однак, в цілому це не знижує корисність викладеного у методичних вказівках матеріалу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АріНР	– аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи
ВР	– вільний розлив НХР
ДВ	– движок КК
ЗП	– заражене повітря
$I_{\text{св}}$	– імпульс світлового випромінювання
КК	– кутовимірювальний круг
РП	– розлив НХР у піддон
М	– місцевість
НС	– надзвичайна ситуація
ОЕ	– об'єкт економіки
Р	– розлив НХР
РЗ	– радіоактивне зараження
РЛ	– радіаційна лінійка
РО	– радіаційна обстановка
РР	– радіоактивна речовина
СВ	– світлове випромінювання
СВСП	– ступінь вертикальної стійкості повітря
НХР	– небезпечна хімічна речовина
УВЛ	– установлювальні вертикальні лінії
УХ	– ударна хвиля

ХЗ	– хімічне зараження
ЦО	– цивільна оборона
ЯВ	– ядерний вибух
$\Delta P_{\text{ф}}$	– надмірний тиск у фронті ударної хвилі, кПа
q	– потужність вибуху, кт, Мт
P	– рівень радіації, Р/год
D	– доза випромінювання, Р
$K_{\text{ос}}$	– коефіцієнт ослаблення радіації
Q	– кількість НХР, т
$K_{\text{екв}}(K_i)$	– коефіцієнт еквівалентності НХР відносно хлору
Cr	– питома теплоємність рідинної НХР, ккал/кг·град
ΔT	– різниця температур, град
$\Delta H_{\text{вип}}$	– питома теплота випарювання рідинної НХР, ккал/кг
ГДК	– гранично допустима концентрація, мг/л
Γ	– глибина зони хімічного зараження, км
ϕ	– кутовий розмір зони можливого зараження, град
S	– площа зони зараження, км ²
t_x	– час переміщення хмари до заданої межі, год(хв).
X	– відстань від місця розливу до заданої межі, км
$t_{\text{в,д}}$	– тривалість вражаючої дії НХР, год.
$V_{\text{сер.в}}$	– швидкість середнього вітру
I_1	– швидкість вітру на висоті 1 м, м/с
H	– висота піддону, м
1	– первинна дія при визначенні шуканої величини
2	– вторинна дія при визначенні шуканої величини

1. ВИКОРИСТАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ ЛІНІЙКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Радіаційна лінійка призначена для оперативного застосування у НС при визначенні параметрів, потрібних для прогнозування РЗ місцевості та отримання відомостей, що необхідні для планування й реалізації заходів, спрямованих на виконання АРiНР в осередку ураження під час наземних ядерних вибухів (ЯВ), а також для проведення навчальних розрахунків з оцінки РО, яка при цьому складається.

Результати розрахунків за допомогою РЛ в деяких випадках

можуть відрізнитися від даних, які можна отримати із застосуванням спеціальних таблиць. Це пояснюється тим, що розміщення великої кількості даних, які відбивають складні закономірності розповсюдження і випадання радіоактивних речовин (РР) із хмари ЯВ на простішому приладі, яким є РЛ, вимагає прийняття значних спрощень і усереднень у зв'язку з чим з'являються відповідні похибки. Але при розв'язанні практичних задач, ці відхилення даних можна вважати допустимими, тому що вони знаходяться в межах точності самого методу прогнозування.

1.1. Опис радіаційної лінійки

Радіаційна лінійка (РЛ) (рис. 1Д*, 2Д) складається з двох прозорих панелей 1, 2 та двох рухомих дисків – великого (внутрішнього) 3 і малого (зовнішнього) 4, скріплених загальною віссю 5.

До панелей і дисків прикріплені паперові аркуші з нанесеними на них круговими концентричними шкалами, табличними даними та пояснювальним текстом. В аркушах, прикріплених до панелей, зроблено дугові вирізи (вікна), призначені для встановлення і зняття показань з рухомих і нерухомих шкал.

Лицьовий бік РЛ (див. рис. 1Д) використовується для визначення розмірів заражених ділянок і ступеня радіоактивного зараження (РЗ) місцевості на підставі відомих даних про потужності наземних ЯВ і швидкості середнього вітру. Для зручності відомості про РЗ на сліді хмари ЯВ нанесено на сірому фоні, а дані про зараження в районі вибуху з навітряного боку – на рожевому. На лицьовій панелі нанесено наступні елементи:

контури (6) заражених ділянок (півколо з навітряного боку в районі вибуху і три еліпсоподібні зони А, Б, В в радіусі хмари ЯВ, що рекомендується наносити на карти (схеми));

табл. 1 з характеристиками зон (7) РЗ А, Б, В за слідом хмари ЯВ (середні значення величини рівнів радіації в межах цих зон через 10 год після вибуху (0,5; 5 і 15 Р/год) і доз радіації до повного розпаду (40; 400 і 1200 Р), які на всіх шкалах нанесено великими цифрами синім, зеленим і коричневим кольорами відповідно);

шкала величини доз радіації (8) в радіусі хмари ЯВ, які можуть бути отримані до повного розпаду РР (від 8 до 800 тис. Р);

шкала величин рівнів радіації (9) від 0,1 до 10 тис. Р/год, що є загальною і для радіусу хмари ЯВ, і для району вибуху (для сліду

* Усі рисунки позначені цифрами і буквою Д, подано в додатку.

хмари ЯВ цифри цієї шкали відповідають рівням радіації через 10 год після вибуху, а для району вибуху – рівням радіації через 1 год після вибуху);

шкала величин потужностей ЯВ (10) від 1 до 10 000 тис. т, яка є загальною і для сліду хмари, і для району вибуху.

Вирізи на лицьовій панелі призначені для використання шкал, які розташовані на великому диску:

верхній виріз (11) (шкала сірого кольору) для визначення довжини (від 3 до 1,5 тис. км) і ширини (від 0,9 до 90 км) зон РЗ (12) в радіусі хмари ЯВ, а також для визначення відстані від центру вибуху (від 0,25 до 2,2 км) в районі вибуху (13) – шкала рожевого кольору;

три нижніх вирізи (14) для шкали швидкості середнього вітру (15) в радіусі хмари ЯВ чи для відрізка Δ – в районі вибуху.

Зворотний бік РЛ (див. рис. 2Д) призначено для вирішення задач, пов'язаних з оцінкою вражаючої дії РЗ місцевості. На полях зворотної панелі нанесено такі елементи:

табл. 2 "Коефіцієнт ослаблення доз радіації K_{oc} різними спорудами і транспортними засобами" (16);

табл. 3 "Кількість недієздатних людей при опроміненні на РЗ місцевості в залежності від величини, отриманої дози радіації і тривалості опромінення" (17);

табл. 4 "Коефіцієнт K , який використовується при визначенні втрат військ (населення) за усередненими показниками і залежить від умов розташування людей, дози радіації, раніше отриманої ними, а також тривалості їх перебування на зараженій території" (18);

табл. 5 "Коефіцієнт K_{np} для визначення величини доз радіації, які могли бути отримані при подоланні сліду (19) хмари ЯВ".

У центрі зворотної панелі нанесено три кругові концентричні шкали для визначення наступних показників:

втрат (20) військ або населення (від 0,1 тис. до 100 млн чол.);

середньої щільності (21) військ або населення на зараженій території (від 1 до 1000 чол./км²);

рівнів, Р/год, і доз радіації (22), Р, (шкала жовтого кольору з діапазоном від 0,1 до 10 000), де значення рівнів радіації на межах зон А, Б, В через 10 год після вибуху (0,5; 5 і 15 Р/год) нанесено великими цифрами відповідно синім, зеленим та коричневим кольорами, а значення рівнів радіації в середині зон А та Б відмічені

позначками $A_{\text{ср}}$ і $B_{\text{ср}}$ (синього та зеленого кольору відповідно). На відміну від зон А та Б для зони В немає фіксованої позначки, яка б характеризувала величину рівня радіації у середині цієї зони, тому що вона змінюється в залежності від потужності ЯВ та швидкості вітру.

Три вирізи на зворотній панелі призначено для використання шкал, які розташовані на великому диску, а саме:

секторний виріз (23) у лівій частини панелі в табл. 4 для шкали (24) значення коефіцієнта K , який враховує умови існування людини на зараженій території;

круговий виріз (25) для шкали (26) значень коефіцієнта K (від 0,2 до 10) і шкали (27) (зеленого кольору) значень коефіцієнта $K_{\text{пр}}$ (від 0,004 до 20), який використовується для визначення величини доз радіації при перетині сліду хмари ЯВ на різних відстанях від центру вибуху;

круговий виріз (28) для шкали (29) (рожевого кольору) значень часу після вибуху від 10 хв до 60 діб.

На зворотній панелі знаходиться малий диск із двома шкалами.

По краю диска розміщено шкалу (30) сумарної потужності ЯВ від 10 тис до 1000 млн. тон. У центрі – шкалу (31) (сірого кольору), за допомогою якої можна визначити час початку і кінця опромінення, а також тривалість опромінення (від 15 хв до нескінченності).

1.2. Рішення основних задач за допомогою радіаційної лінійки

Радіаційна лінійка дозволяє розв'язувати наступні задачі, з метою отримання даних, які необхідні для аналізу можливих наслідків РЗ місцевості при ЯВ.

Визначення розмірів уражених ділянок місцевості та ступеня їх зараження

Задача 1. Визначення розмірів зон зараження за слідом хмари ЯВ.

Приклад. Визначити розміри зон зараження (А, Б, В) при ЯВ потужністю 100 кт і швидкості середнього вітру 50 км/год.

Розв'язок

Використовується лицьовий бік РЛ. Проти цифри 100 тис. т на шкалі "Потужність вибуху", повертаючи великий диск, встановити значення швидкості середнього вітру – 50 км/год. Не змінюючи положення останнього, проти цифр 0,5; 5 і 15 Р/год (шкала рівнів радіації) на сірій шкалі "Довжина, ширина" зчитати шукані розміри

зон (А, Б, В), які дорівнюють відповідно: довжина – 140; 48; 31 км, ширина – 16; 7,5; 5 км.

Задача 2. Визначення величини рівня радіації на межах зон А, Б, В у різний час після ЯВ.

Приклад. Визначити величини рівня радіації на межі зони Б через 1 і 2 год та 1 і 2 доби після ЯВ.

Розв'язок

Використовується зворотній бік РЛ. Відмітку "10 годин" на рожевій шкалі часу після ЯВ, повертаючи великий диск, накласти на значення рівня радіації на межі зони, що розглядається на нерухомій жовтій шкалі величини рівня радіації (для зони Б він дорівнює 5 Р/год). Навпроти значення заданого часу після вибуху на рожевій шкалі (1 і 2 год та 1 і 2 доби) зчитати на жовтій шкалі значення шуканих величин рівнів радіації на межі зони Б, які відповідно дорівнюють 75; 33; 1,7 і 0,75 Р/год.

Задача 3. Визначення величини рівня радіації на осі сліду радіоактивної хмари на різних відстанях від центру ЯВ.

Приклад. Визначити величину рівня радіації на осі сліду радіоактивної хмари ЯВ вибуху потужністю 50 кт на відстані 30 км від його центру через 2 год після вибуху. Швидкість середнього вітру 25 км/год.

Розв'язок

Використовується лицьовий бік РЛ. Встановити на сірій шкалі, повертаючи великий диск, задане значення швидкості вітру 25 км/год навпроти величини потужності вибуху 50 кт. На сірій шкалі "Довжина, ширина" навпроти заданої відстані, що дорівнює 30 км, прочитати значення рівня радіації на цій відстані через 10 год після вибуху (на середній шкалі "Рівень на 10 год"). Воно дорівнює 6 Р/год. Далі використовується зворотний бік РЛ. Повертаючи великий диск, сумістити відмітку "10 годин" рожевої шкали для часу після вибуху з рискою на жовтій шкалі для рівнів радіації, відповідно до знайденого рівня 6 Р/год. Навпроти заданого часу після вибуху (на рожевій шкалі), який дорівнює 2 год, на жовтій шкалі прочитати шуканий рівень радіації – 40 Р/год.

Задача 4. Приведення величини рівня радіації до єдиного часу.

Якщо здійснено декілька вимірів величини рівнів радіації в різний час, то для нанесення, наприклад, зон РЗ виникає необхідність перерахування цих рівнів за будь-який заданий час. Можливо вирішення і зворотної задачі – визначення часу за заданою величиною рівня радіації.

Приклад. Визначити величини рівня радіації через 1 і 10 год після ЯВ, якщо рівень радіації через 1,5 год дорівнює 50 Р/год.

Розв'язок

Використовується зворотній бік РЛ. Риску "1,5 години" на рожевій шкалі, повертаючи великий диск, встановити навпроти значення рівня радіації 50 Р/год на жовтій шкалі "Доза, рівень". На жовтій шкалі навпроти заданого часу після вибуху (1 і 10 год) прочитати значення рівнів радіації на цей час: 80 Р/год і 5,4 Р/год відповідно.

Оцінка впливу РЗ місцевості на населення (сили ЦО)

Задача 5. Визначення величини доз радіації, які можуть бути одержані людьми, які знаходяться в зонах РЗ А, Б, В за слідом радіоактивної хмари ЯВ.

Приклад. Визначити величину доз радіації, які може одержати населення, що знаходиться на межі зони В, на відкритій місцевості та в одноповерхових будинках. Початок опромінення через 3 год після ЯВ, тривалість перебування в зоні РЗ – 6 год.

Розв'язок

Використовується зворотний бік РЛ. Відмітку 10 год (на рожевої шкалі), повертаючи великий диск, встановити навпроти цифри 15 Р/год жовтої шкали, яка відповідає величині рівня радіації на межі зони В через 10 год після вибуху (при існуванні людей всередині зони А чи Б відмітка "10 годин" суміщається з позначками $A_{\text{сер}}$ чи $B_{\text{сер}}$ на жовтій шкалі). Значення заданого часу початку опромінення – 3 год після ЯВ – встановити на центральній сірій шкалі, повертаючи малий диск, навпроти стрілки "Початок опромінення" на рожевій шкалі. Не змінюючи положення дисків, від цифри на сірій шкалі, що відповідає часу кінця опромінення – 9 год після вибуху (3 год + 6 год = 9 год), за виводною лінією на рожевій шкалі перейти на жовту шкалу і прочитати на ній величину шуканої дози радіації, яку одержить населення, що знаходиться на відкритій місцевості на межі зони В – 180 Р. Під час перебування в одноповерхових будинках величина отриманої дози буде дорівнювати величині дози на відкритій місцевості, поділений на коефіцієнт ослаблення радіації. За табл. 2 $K_{\text{ос}} = 10$. Тоді величина дози, отриманої в одноповерхових будинках, складе $180/10 = 18$ Р.

Задача 6. Визначення величини дози радіації, яку можуть отримати люди на зараженій території, за відомим рівнем радіації в місці знаходження.

Приклад. Визначити величину дози радіації, яку може отримати особовий склад рятувального загону, який знаходиться на відкритій місцевості, якщо рівень радіації в районі його перебування через 2 год після вибуху дорівнював 20 Р/год, початок опромінення через 3 год після вибуху, термін опромінення 6 год.

Розв'язок

Використовується зворотний бік РЛ. Значення часу вимірювання рівня радіації на рожевій шкалі (2 год після вибуху), повертаючи великий диск, сумістити з рівнем радіації на цей час – 20 Р/год на жовтій шкалі. Повертаючи малий диск, значення часу початку опромінення – 3 год після вибуху на сірій шкалі сумістити із стрілкою "Початок опромінення" на рожевій шкалі. Від часу закінчення опромінення на сірій шкалі – 9 год (3 год + 6 год) – за виводною лінією рожевої шкали перейти на жовту шкалу і прочитати шукану величину дози радіації – 35 Р.

Задача 7. Визначення допустимого часу перебування на РЗ місцевості за відомим рівнем радіації в місці знаходження (одержана за цей час доза радіації не повинна перевищувати допустиму чи задану).

Приклад. Визначити допустиму тривалість перебування людей на РЗ місцевості в автомобілях, якщо величина рівня радіації в районі розташування через 3 год після ЯВ дорівнювала 25 Р/год. Початок опромінення через 7 год після вибуху, допустима (задана) доза 10 Р.

Розв'язок

Визначається величина допустимої дози радіації на відкритій місцевості. Для цього потрібно значення допустимої дози в автомобілі 10 Р помножити на коефіцієнт ослаблення радіації автомобілем (за табл. 2 $K_{oc} = 2$) $10 \cdot 2 = 20$ Р. Далі використовується зворотний бік РЛ. Значення часу вимірювання рівня радіації 3 год після ЯВ на рожевій шкалі, повертаючи великий диск, сумістити із значенням рівня радіації на цей час (25 Р/год) на жовтій шкалі. Значення часу початку опромінення на сірій шкалі (7 год після ЯВ), повертаючи малий диск, встановити навпроти стрілки "Початок опромінення" на рожевій шкалі. Від значення дози 20 Р на жовтій шкалі, за виводною лінією на рожевій шкалі, перейти на сіру шкалу і прочитати час кінця опромінення, який буде дорівнювати 11 год. Отже, допустима тривалість перебування в зоні зараження буде $11 - 7 = 4$ год.

Задача 8. Визначення допустимого часу входу людей в зону РЗ з відомим рівнем радіації за умови отримання дози не більше допустимої.

Приклад. Визначити, через який час після ЯВ люди, що знаходяться на відкритій місцевості, можуть почати роботи в районі з рівнем радіації, котрий складав на 2 год після вибуху – 22 Р/год, якщо допустима доза дорівнює 50 Р, а тривалість робіт – 12 год.

Розв'язок

Використовується зворотний бік РЛ. Значення часу після вибуху – 2 год на рожевій шкалі, повертаючи великий диск, встановити навпроти значення рівня радіації на цей час – 22 Р/год на жовтій шкалі. Повертаючи малий диск, сіру шкалу встановити в таке положення, щоб в інтервалі між стрілкою "Початок опромінення" на рожевій шкалі та виводною лінією, яка йде від значення допустимої дози радіації 50 Р на жовтій шкалі, опинився проміжок часу, що дорівнює 12 год. Навпроти стрілки рожевої шкали "Початок опромінення" на сірій шкалі зчитати шуканий час входу в заражену зону після ЯВ – 4 год.

2. ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ В ОСЕРЕДКАХ ЯДЕРНОГО УРАЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРАХУНКОВОЇ ЛІНІЙКИ ЦО

Розрахункова лінійка ЦО призначена для термінового вирішення завдань щодо прогнозування, оцінки обстановки в осередках ядерного ураження та визначення параметрів, які характеризують наслідки ЯВ. Зручність в користуванні і портативність дають можливість використовувати лінійку в будь-яких умовах. Похибка наявних табличних даних коливається в межах 10–15 %, що для практичних розрахунків можна вважати цілком задовільним. За необхідності отримання більш точних результатів, слід здійснювати аналітичні розрахунки з використанням відповідних математичних залежностей за методиками, які застосовуються фахівцями сфери цивільного захисту.

2.1. Опис розрахункової лінійки ЦО

На лицьовому боці лінійки ЦО (рис. 3Д) розташовано дев'ять таблиць, п'ять з яких (1–5) містять дані стосовно дії ударної хвилі

(УХ) і чотири таблиці (6–9) світлового випромінювання (СВ) ЯВ. У центрі верхньої частини є "вікно" для виставлення заданої потужності вибуху q – основної вихідної величини більшості розв'язуваних задач. За допомогою даних, що розміщені у таблицях, можна визначити наступні величини:

надмірний тиск у фронті ударної хвилі ΔP_{ϕ} (див. табл. 2) і світлові імпульси випромінювання $I_{\text{св}}$ (див. табл. 6), за яких відповідні об'єкти будуть виводитися з ладу (знищуватися, руйнуватися, горіти чи отримувати ушкодження того або іншого ступеня);

радіус та сумарні площі зон ураження УХ (див. табл. 1) і СВ (див. табл. 7–9);

ступінь руйнування захисних споруд, будинків, технологічного устаткування, комунально-енергетичних мереж в залежності від ΔP_{ϕ} (див. табл. 2);

дані, необхідні для оцінки величини завалів, що утворилися при ЯВ (див. табл. 3, 4);

параметри воронки, яка утвориться при наземному ЯВ (див. табл. 5).

Зворотний бік лінійки (рис. 4Д) включає п'ятнадцять таблиць, п'ять з яких з вирізними "вікнами", що призначені для оперування змінними параметрами. На цьому боці, крім того, є два "вікна" для потужності вибуху q (одне в табл. 1, інше в табл. 6), "вікно" для вихідної величини $D_{\text{д}} \cdot K_{\text{ос}} / P_{\text{вх}}$ (див. табл. 11) і "вікно" для вихідної величини часу опромінення людей за добу (див. табл. 13). За допомогою даних, наведених у таблицях, роблять розрахунки, пов'язані з РЗ місцевості після наземного ЯВ. Так можна, зокрема, визначити такі елементи:

розміри зон РЗ (див. табл. 1, 2);

рівні радіації на межах зон і на осі сліду (див. табл. 4, 6);

площі зон РЗ (див. табл. 5);

рівні радіації через 10 год та будь-який інший час після ЯВ на осі сліду при різному видаленні від центра вибуху (див. табл. 6, 7);

дозу опромінення при перебуванні людей на РЗ ділянці (див. табл. 8);

коефіцієнти ослаблення дози радіації в різних умовах захищеності людей (див. табл. 9);

допустимий час перебування людей на РЗ місцевості в залежності від допустимої заданої дози і часу входу на заражену ділянку (див. табл. 11);

дозы опромінення людей, отримані внаслідок перетину РЗ місцевості перпендикулярно, паралельно і під кутом у 45° до осі сліду радіоактивної хмари (див. табл. 12);

кількість недієздатних людей при опроміненні в період до 30 діб в залежності від величини сумарних доз опромінення (див. табл. 13);

товщину захисних шарів з різних матеріалів, які забезпечують безпеку людей від радіаційного ураження (див. табл. 14);

дозы опромінення людей при їх безперервному і тривалому перебуванні на РЗ (див. табл. 15).

Примітка: при розрахунках, пов'язаних з радіаційним ураженням людей, РЗ місцевості, движок всередині лінійки слід завжди переміщувати у правий бік від його основного положення.

2.2. Вирішення основних задач за допомогою лінійки ЦО

Визначення параметрів зон уражаючих факторів ядерної зброї

Задача 1. Визначення надмірного тиску у фронті ударної хвилі ЯВ.

Приклад. Визначити ΔP_{ϕ} на відстані $R = 4$ км від центра наземного ядерного вибуху $q = 3$ Мт.

Розв'язок

Використовується табл. 1 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у "вікні" для потужності вибуху встановити 3 Мт. У "вікнах" для радіусів наземного вибуху шукаємо $R = 4$ км, який знаходиться навпроти $\Delta P_{\phi} = 10$ кПа.

Задача 2. Визначення сумарної площі можливого ураження ударною хвилею.

Приклад. Визначити сумарну площу S зони можливого ураження при $\Delta P_{\phi} = 10$ кПа для наземного ЯВ $q = 10$ Мт.

Розв'язок

Використовується табл. 1 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у "вікні" для потужності вибуху встановити $q = 10$ Мт. В графі сумарної площі для наземного вибуху навпроти значення $\Delta P_{\phi} = 10$ кПа зчитують 1800 км^2 .

Задача 3. Визначення параметрів воронки наземного ЯВ.

Приклад. Визначити параметри воронки, утвореної при наземному ЯВ з $q = 3$ Мт.

Розв'язок

Використовується табл. 5 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у "вікні" для потужності вибуху встанови-

ти $q = 3$ Мт. У "вікні" нижньої частини таблиці зчитують розміри воронки, що утворилася при вибуху. Діаметр видимої воронки $D_{\text{в}} = 400$ м, глибина – $h = 80$ м. Використовуючи ці дані, за формулами наведеними у таблиці, визначають наступні мінімальні величини:

висоту гребеня навколо воронки

$$h_{\text{гр}} = 0,05 \cdot D_{\text{в}} = 0,05 \cdot 400 = 20 \text{ м};$$

діаметр зони викиду (розкиду) ґрунту

$$D_{\text{гр}} = 3 \cdot D_{\text{в}} = 3 \cdot 400 = 1200 \text{ м};$$

діаметр зони розриву ґрунту

$$D_{\text{р.гр}} = 1,5 \cdot D_{\text{в}} = 1,5 \cdot 400 = 600 \text{ м};$$

діаметр зони пластичної деформації ґрунту

$$D_{\text{пл}} = 3 \cdot D_{\text{в}} = 3 \cdot 400 = 1200 \text{ м};$$

об'єм видимої воронки

$$V = 0,39 D_{\text{в}}^2 \cdot h = 0,39 \cdot 400^2 \cdot 80 \approx 5\,000\,000 \text{ м}^3.$$

Примітка: для визначення максимальних розмірів зазначених параметрів, слід користуватися більшими значеннями коефіцієнтів у формулах, наприклад: $h_{\text{гр}} = 0,1 D_{\text{в}}$; $D_{\text{гр}} = 3,5 D_{\text{в}}$ тощо.

Задача 4. Визначення радіусів зон (R) ураження в залежності від величини світлового імпульсу.

Приклад. Визначити радіус зони ураження світловим імпульсом величиною $I_{\text{св}} = 14$ кал/см² і більше при повітряному ЯВ з $q = 1$ Мт.

Розв'язок

Використовується табл. 7 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вліво у "вікні" для потужності вибуху встановити $q = 1$ Мт. У графі радіусів для повітряного вибуху навпроти величини $I_{\text{св}} = 14$ кал/см² знаходять відповідь $R = 13$ км. Цей радіус відповідає зоні ураження при дуже прозорому повітрі (видимість до 100 км). За середньої прозорості повітря (видимість не більше 20 км) необхідно вводити коефіцієнт 0,8 (див. прим. до табл. 7–9). У цьому випадку радіус зони $I_{\text{св}} = 14$ кал/см² буде дорівнювати $R = 13 \cdot 0,8 = 10,4$ км. В умовах сильного серпанку (видимість до

5 км) вводиться коефіцієнт 0,36 і радіус зони ураження буде дорівнювати $R = 13 \cdot 0,36 = 4,68$ км. Використовуючи дані табл. 6, встановлюють, що при розглянутому ЯВ в умовах видимості до 100 км на відстані 13 км від епіцентру вибуху будуть спалахувати й обвуглюватися соснові дошки (пофарбовані в чорний колір і незабарвлені), наметовий брезент, біла бязь, бавовняна тканина темного кольору, частково м'яка покрівля, суха солома, сіно, стружка, папір, автомобільна гума; стійко горіти буде бавовняна тканина темного кольору. Табл. 7 дає можливість вирішувати і зворотні задачі, тобто знаходити значення величини світлового імпульсу за відомих потужності та відстані від епіцентру (центру) вибуху до об'єкта.

Задача 5. Визначення радіусів зон виникнення пожеж.

Приклад. На якій відстані можуть виникнути пожежі при наземному ЯВ з $q = 1$ Мт в умовах дуже високої прозорості повітря.

Розв'язок

Використовується табл. 8 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вліво у "вікні" для потужності вибуху встановлюють $q = 1$ Мт. У "вікні" табл. зчитують, що суцільні пожежі (з ймовірністю 50 %) можуть виникнути у населених пунктах на відстані 5 км; у хвойних лісах на відстані 5,8 км і т.п. У правій частині табл. вказується, що суцільні пожежі виникають при $\Delta P_{\phi} = 10 \dots 30$ кПа ($0,1 \dots 0,3$ кг/см²), а окремі осередки – $\Delta P_{\phi} = 30 \dots 100$ кПа ($0,3 \dots 1,0$ кг/см²). Необхідно враховувати, що виникненню суцільних пожеж будуть перешкоджати сильні руйнування, обвали цегляних, залізобетонних споруд тощо. Для визначення радіуса зони виникнення пожеж у змішаних і листяних лісах необхідно ввести коефіцієнти відповідно 0,8 і 0,7. Для врахування ступеня прозорості повітря (дальність видимості), слід використовувати поправочний коефіцієнт (див. примітку до таблиці 7–9).

Задача 6. Визначення розмірів зон РЗ за слідом хмари.

Приклад. Визначити розміри трьох зон РЗ місцевості при наземному ЯВ з $q = 3$ Мт та швидкістю середнього вітру $V_{\text{ср.в.}} = 75$ км/год.

Розв'язок

Використовується табл. 1 зворотного боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у "вікні" табл. для потужності вибуху встановлюють величину $q = 3$ Мт. Проти значення $V_{\text{ср.в.}} = 75$ км/год зчитують наступне: зона А – довжина сліду 750 км, ширина 50 км; зона Б – довжина сліду 310 км, ширина 24 км; зона В – довжина сліду 200 км, ширина 16 км.

Задача 7. Визначення радіусів зон РЗ з навітряної сторони ЯВ.

Приклад. Визначити радіуси трьох зон РЗ з навітряної сторони при наземному ЯВ з $q = 3$ Мт.

Розв'язок

Використовується табл. 2 зворотного боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у "вікні" для потужності вибуху табл. 1 встановлюють значення $q = 3$ Мт. У "вікні" табл. 2 зчитують такі значення радіусів зон зараження: зона А – 1,65 км, зона Б – 1,2 км, зона В – 1 км.

Задача 8. Визначення розмірів зон РЗ на сліді хмари наземного ЯВ.

На схемі (табл. 3 зворотного боку лінійки ЦО) дається наочне зображення РЗ після наземного ЯВ. Зони РЗ з навітряної сторони і за слідом хмари показано такі: А – зона помірного зараження з дозою радіації на зовнішній межі 40 Р; Б – зона сильного зараження з дозою від 400 до 1200 Р; В – зона небезпечного зараження з дозою 1200 Р і вище. Доза радіації на межах зон – це доза за час повного розпаду радіоактивних опадів. Розміри зон визначаються за допомогою табл. 1, 2.

Задача 9. Визначення зміни рівнів радіації в межах зон РЗ у залежності від часу.

Приклад. Визначити величини рівнів радіації в межах зон РЗ через 5 год після ЯВ.

Розв'язок

Використовується табл. 4 зворотного боку лінійки ЦО. Проти значення "5 годин" у першій графі табл. визначають рівні радіації на межах зон в інших графах: В – 30 Р/год, Б – 10 Р/год, А – 1 Р/год.

Задача 10. Визначення площі зони зараження.

Приклад. Визначити площу зони РЗ після наземного ЯВ з $q = 3$ Мт при швидкості середнього вітру $V_{\text{ср.в.}} = 75$ км/год.

Розв'язок

Використовується табл. 1 зворотного боку лінійки ЦО. Встановлюючи движок на значенні $q = 3$ Мт, за табл. 1 знаходимо значення довжини та ширини зони РЗ при $V_{\text{ср.в.}} = 75$ км/год. У "вікні" для зони А величина $L = 750$ км, $b = 50$ км. Підставляючи знайдені значення у формулу $S = 0,8 Lb$ (табл. 5 зворотного боку лінійки), одержують

$$S = 0,8 \cdot 750 \cdot 50 = 30\,000 \text{ км}^2.$$

Це і є шукана площа зони РЗ.

Задача 11. Визначення рівня радіації на осі сліду радіоактивної хмари для різного терміну після наземного ЯВ.

Приклад. Визначити рівень радіації (P_{10}) через 10 год після наземного ЯВ з $q = 2$ Мт у пункті M , який знаходиться на осі радіоактивного сліду і відстані 14 км від центра вибуху, $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год.

Розв'язок

Використовується табл. 6 зворотного боку лінійки ЦО. Перемищуючи движок вправо у верхнім "вікні" табл. встановлюють $q = 2$ Мт. У лівій графі табл. знаходять відстань від центра вибуху 14 км. У графі для $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год проти цієї відстані зчитують відповідь 760 Р/год.

Приклад. Визначити рівень радіації (P_{10}) через 10 год після наземного ЯВ з $q = 2,5$ Мт у пункті M , що знаходиться на осі сліду РЗ у 40 км від центра вибуху, $V_{\text{ср.в.}} = 75$ км/год.

Розв'язок

У табл. 6 необхідних нам для задачі вихідних даних немає. Розв'язок задачі слід вести шляхом інтерполяції наявних у табл. найближчих до заданих значень, зокрема $q = 2$ і 3 Мт; $R = 30$ і 50 км; $V_{\text{ср.в.}} = 50$ і 100 км/год.

Проміжні значення можна записати у вигляді таблиці.

Потужність вибуху q , Мт	Відстань від центра вибуху, км	Рівень радіації при відповідній швидкості середнього вітру, Р/год		
		3 табл. 6		Шуканий
		$v = 50$ км/год	$v = 100$ км/год	$v = 75$ км/год
2	30	300	210	$\frac{300+210}{2} = 255$
	50	130	120	$\frac{130+120}{2} = 125$
3	30	450	305	$\frac{450+305}{2} \approx 378$
	50	200	170	$\frac{200+170}{2} = 185$

Шляхом інтерполяції знаходять проміжні рівні радіації P_{n_i} на відстані 40 км від центра вибуху, P_{n1} – для $q = 2$ Мт:

$$P_{n1} = \frac{255+125}{2} = 190 \text{ Р/год}$$

та P_{n2} – для $q = 3$ Мт:

$$P_{n2} = \frac{378+185}{2} \approx 282 \text{ Р/год.}$$

За умовами задачі $q = 2,5$ Мт. За півсумою знайдених рівнів радіації для $q = 2$ і 3 Мт одержують значення рівня радіації (P_{10}) в пункті M через 10 год після ЯВ

$$P = \frac{190+282}{2} = 236 \text{ Р/год.}$$

Приклад. Визначити рівень радіації (P_4) через 4 год після наземного ЯВ з $q = 0,5$ Мт у пункті M , розташованому на осі сліду РЗ в 30 км від центра вибуху, $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год.

Розв'язок

Використовуються табл. 6, 7 зворотного боку лінійки ЦО. За табл. 6 знаходять, що через 10 год після ЯВ з $q = 0,5$ Мт, на відстані 30 км від центра вибуху при $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год рівень радіації P_{10} складає 70 Р/год. За табл. 7 знаходять час після вибуху – 4 год і проти нього значення коефіцієнта, яке дорівнює 3. Перемножуючи знайдену за табл. 6 величину рівня радіації на коефіцієнт 3, одержують величину рівня радіації P_4 в пункті M через 4 год після вибуху:

$$P_4 = 70 \cdot 3 = 210 \text{ Р/год.}$$

Користуючись табл. 7, можна також вирішувати задачі, що розв'язувалися за допомогою табл. 4. Наприклад: шуканий рівень радіації P_{10} буде менше відомого рівня P_3 через 3 год після вибуху ($P_3 = 32$ Р/год), тому що з часом рівень радіації безперервно знижується. У відповідності з табл. 7, для 3 год після вибуху коефіцієнт дорівнює 4. Розділивши P_3 на 4, одержують величину рівня радіації через 10 год після вибуху:

$$P_{10} = \frac{32}{4} = 8 \text{ Р/год.}$$

Оцінка впливу вражаючих факторів ядерного вибуху на населення (сили ЦО) та об'єкти

Задача 12. Визначення ступеня руйнування об'єктів.

Приклад. Визначити стійкість каркасного будинку теплоелектростанції (ТЕС) до дії УХ ЯВ.

Розв'язок

Використовується табл. 2 лицьового боку лінійки ЦО. У розділі "Промислові і житлові будинки" рядок "Електростанції. Теплові й атомні", а в графі "Ступінь руйнування" знаходять дані щодо стійкості споруди ТЕС. Згідно з ними, ТЕС одержить наступні руйнування: сильні при $\Delta P_{\phi} = 45$ кПа ($0,45$ кг/см²), середні при $\Delta P_{\phi} = 35$ кПа ($0,35$ кг/см²) і слабкі при $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа ($0,25$ кг/см²).

Приклад. Визначити чи можна очікувати утворення суцільних завалів на вулиці шириною 22 м, якщо будівлі, які побудовані на ній, не перевищують чотирьох поверхів?

Розв'язок

Використовується табл. 3 лицьового боку лінійки ЦО. Утворення суцільних завалів на такій вулиці можна очікувати за умови, якщо вона виявиться в зоні з $\Delta P_{\phi} = 70$ кПа ($0,7$ кг/см²) і вище, при меншому надмірному тиску УХ суцільних завалів не буде.

Приклад. Район міста, забудований в основному п'ятиповерховими будинками потрапляє в зону з $\Delta P_{\phi} = 80 \dots 60$ кПа ($0,8 \dots 0,6$ кг/см²). Щільність забудови складає – 40 %, ширина вулиць – 30 м. Чи будуть в цих умовах утворюватися суцільні завали, яка їх висота і який обсяг завалів необхідно розчищати протягом 6 км вулиць (проездів)?

Розв'язок

Використовується табл. 4 лицьового боку лінійки ЦО. За даними табл. 3 суцільні завали будуть утворюватися при $\Delta P_{\phi} = 70$ кПа ($0,7$ кг/см²). Висоту можливих завалів знаходять за табл. 4, вона може сягати до 3 м. Обсяг завалів на вулицях (ширина 7 м)

$$V = 6000 \cdot 3 \cdot 7 = 136\,000 \text{ м}^3.$$

Задача 13. Визначення впливу світлового імпульсу на деякі матеріали.

Розв'язок

Для вирішення цієї задачі використовується табл. 6 лицьового боку лінійки ЦО. У табл. перелічено деякі матеріали, здатні займатися в результаті впливу світлового випромінювання ЯВ, і наведено наближені значення величин $I_{\text{св}}$, які спричиняють їх спалах, обвуглювання або стійке горіння за середньої хмарності і вологості повітря.

Задача 14. Визначення ступеня ураження людей світловим імпульсом.

Приклад. Визначити, на якій відстані від центра наземного ЯВ

з $q = 1$ Мт в умовах дуже високої прозорості повітря люди одержать опіки 2 ступеня.

Розв'язок

Використовується табл. 9 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вліво у "вікні" для потужності ЯВ встановлюють 1 Мт. У "вікні" табл. праворуч проти 2-го ступеня опіку зчитують – 9 км. Отже, при наземному ЯВ з $q = 1$ Мт в умовах дуже високої прозорості повітря (видимість до 100 км) люди можуть одержати (з ймовірністю 50 %) опіки 2 ступеня на відстані 9 км від центра вибуху.

Приклад. Визначити межі зон трьох ступенів опіків відкритих ділянок шкіри людей світловим випромінюванням при повітряно-му ЯВ з $q = 20$ Мт в умовах видимості до 50 км.

Розв'язок

Використовується табл. 9 лицьового боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вліво у "вікні" для потужності вибуху встановлюють 20 Мт. У "вікні" табл. 9, у лівій його частині зчитують – радіус зони опіків 1-го ступеня дорівнює 60 км, 2-го ступеня – 50 км і 3-го ступеня – 40 км. Це радіуси зон опіків при дуже високій прозорості повітря. Для видимості до 50 км необхідно застосувати коефіцієнт 0,92 (див. прим. до табл. 7–9), тоді радіуси зон опіків будуть складати: 1-го ступеня – $60 \cdot 0,92 = 55$ км; 2-го ступеня – $50 \cdot 0,92 = 46$ км; 3-го ступеня – $40 \cdot 0,92 = 37$ км.

Задача 15. Визначення величини дози опромінення людей (D) під час перебування на зараженій території за рівнями радіації (приблизно).

Вихідними даними для визначення дози є рівень радіації і час (див. формулу табл. 8). При розрахунках за цією формулою найбільш точні результати одержують, якщо час перебування на РЗ місцевості невеликий і рівень радіації малий (тобто чим пізніше після ЯВ буде призначений момент входу людей у заражену зону). При великій різниці в рівнях радіації $P_{\text{вх}}$ і $P_{\text{вих}}$ формула дає значні похибки від фактичних величин отриманих ними доз. У таких випадках рекомендується використовувати значення проміжних вимірів рівнів радіації, не обмежуючись тільки значеннями крайніх вимірів і формула для визначення дози опромінення прийме такий вигляд:

$$D = \frac{P_{\text{вх}} + P_2 + P_3 + \dots + P_{n(\text{вих})}}{n} \cdot t \text{ Р},$$

де n – число вимірів рівня радіації; t – час знаходження в зоні РЗ, год.

Виміри рівнів радіації здійснюються під час радіаційної розвідки, а при прогнозуванні їх визначають за табл. 6 і 7.

Приклад. Яку дозу опромінення отримають люди за 2 год перебування на РЗ місцевості, знаходячись на ній поза укриттями на відстані 75 км від центра ЯВ при $q = 0,2$ Мт з моменту початку зараження, $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год.

Розв'язок

Використовується зворотний бік лінійки ЦО. Оцінний (наближений) розрахунок здійснюється за формулою табл. 8. Визначають час початку зараження, користуючись формулою, наведеною у табл. 5

$$t = \frac{75}{50} = 1,5 \text{ год.}$$

Далі визначаються рівні радіації до входу людей на заражену ділянку $P_{\text{вх}}$ і виходу з неї $P_{\text{вих}}$, користуючись табл. 6 і 7 ($P_{\text{вх}}$ приймається на час початку зараження, тобто підходу хмари зараженого повітря до заданої відстані знаходження людей). Переміщуючи движок вправо у "вікні" табл. 6 встановлюємо $q = 0,2$ Мт. Оскільки в лівій графі (відстані) немає значення 75 км, беруться найближчі дві відстані – 50 і 100 км. При $V_{\text{ср.в.}} = 50$ км/год їм відповідають значення рівнів радіації на відстані 50 км – 15 Р/год, на відстані 100 км – 3,6 Р/год. Інтерполяцією визначається рівень радіації ($P_{\text{вх}}$) в цих умовах для точки, віддаленої від центра вибуху на 75 км:

$$P_{\text{вх}} = \frac{15 + 3,6}{2} = 9,3 \text{ Р/год.}$$

Таким чином можна визначити величину рівня радіації, який утворився через 10 год після вибуху (див. табл. 6). Але за умовами задачі необхідно знайти рівень радіації $P_{1,5}$ через 1,5 год після ЯВ. За табл. 7 знаходять величину коефіцієнта перерахунку на цей час, який дорівнює 10, тоді

$$P_{\text{вх}} = 9,3 \cdot 10 = 93 \text{ Р/год.}$$

Вихід із зони зараження відбудеться через 3,5 год після вибуху (1,5 год + 2 год перебування). Коефіцієнт перерахунку для цього часу знаходять за табл. 7. У ній також наведено час після вибуху

3 і 4 год, тому за допомогою інтерполяції можна визначити, що для 3,5 год коефіцієнт перерахунку дорівнює:

$$K = \frac{3+4}{2} = 3,5.$$

Отже, на момент виходу з зони РЗ величина рівня радіації

$$P_{\text{вих}} = 9,3 \cdot 3,5 = 32,5 \text{ Р/год.}$$

Доза опромінення, що може бути отримана людьми за 2 год перебування на РЗ місцевості, складе

$$D = \frac{P_{\text{вх}} + P_{\text{вих}}}{2} \cdot t = \frac{93 + 32,5}{2} \cdot 2 \approx 125 \text{ Р.}$$

Розрахунок дози опромінення людей під час перебування в зоні РЗ за уточненою формулою

Спочатку, користуючись табл. 7, визначають проміжні та кінцеві значення величин рівнів радіації:

через 1,5 год

$$P_{\text{вх}} = 9,3 \cdot 10 = 93 \text{ Р/год;}$$

через 2 год

$$P_2 = 9,3 \cdot 7 \approx 65 \text{ Р/год;}$$

через 3 год

$$P_3 = 9,3 \cdot 4 \approx 37 \text{ Р/год;}$$

через 3,5 год

$$P_{\text{вих}} = 9,3 \cdot 3,5 \approx 32 \text{ Р/год.}$$

Далі визначають дозу опромінення за формулою

$$D = \frac{P_{\text{вх}} + P_2 + P_3 + P_{\text{вих}}}{4} \cdot t = \frac{93 + 65 + 37 + 32}{4} \cdot 2 \approx 114 \text{ Р.}$$

Порівнюючи отримані за обома варіантами розв'язки, можна зробити висновок, що різниця у відповідях першого та другого

варіантів ($125 - 114 = 11$ Р) близько 10 %. Це незважаючи на досить короткий термін перебування людей на зараженій території (2 год). При збільшенні часу перебування людей в зоні зараження похибка також зростає, тому слід використовувати уточнену формулу. Щоб визначити дозу опромінення, одержувану людьми при різних умовах захищеності (знаходженні у сховищах, житлових будинках, підвалах тощо), треба значення дози, яка отримана на відкритій місцевості і визначена за формулою табл. 8, розділити на коефіцієнт K_{oc} , що береться з табл. 9.

Задача 16. Визначення допустимого часу перебування людей на РЗ місцевості. В основу визначення допустимого часу ($t_{доп}$) перебування на РЗ місцевості (див. табл. 11) покладено відношення

$$\frac{D_{д} \cdot K_{oc}}{P_{вх}},$$

де $D_{доп}$ – встановлена (допустима) доза опромінення людей; K_{oc} – коефіцієнт ослаблення дози радіації засобами пересування, будинками, спорудами (див. табл. 9 зворотного боку лінійки ЦО); $P_{вх}$ – рівень радіації на момент входу в заражений район. Отже, вихідними даними для вирішення задач за допомогою табл. 11 будуть час ($t_{вх}$) входу в заражений район після вибуху; допустима доза опромінення $D_{доп}$, встановлена для даної групи людей; рівень радіації на час входу людей у заражений район $P_{вх}$ і коефіцієнт ослаблення дози радіації K_{oc} . Останній визначають за табл. 9. Рівень радіації в момент входу можна обчислити за табл. 6 і 7 зворотного боку лінійки при наявності відповідних вихідних даних. Для відношення

$\frac{D_{доп} \cdot K_{oc}}{P_{вх}} = 10$ на движку після графі часу, що пройшов після вибуху – 1, 2, 3 і 4 год, написано "Без обмеження". Це поширюється також на порожні графі движка при відношеннях, що дорівнюють 6, 4 і 3.

Приклад. Визначити допустимий час перебування людей у перекритих щілинах, якщо до моменту їх входу в заражений район через 3 год після вибуху рівень радіації був 150 Р/год. Встановлена допустима доза 15 Р/год.

Розв'язок

Використовується табл. 11 зворотного боку лінійки ЦО. Спочатку визначають відношення $D_{доп} \cdot K_{oc} / P_{вх}$, попередньо знайшов-

ши у табл. 9 коефіцієнт ослаблення дози радіації в перекритих щілинах $K_{oc} = 40$ (див. табл. 9). Тоді $\frac{D_{доп} \cdot K_{oc}}{P_{вх}} = \frac{15 \cdot 40}{150} = 4$. Далі

визначається допустимий час перебування в зоні РЗ. Переміщуючи движок вправо у верхнім "вікні" табл. встановлюємо знайдене значення 4 і проти часу 3 год після вибуху зчитуємо 11. Отже, допустимий час перебування дорівнює 11 год.

За допомогою табл. 11 розв'язуються і зворотні задачі. Можна визначити, наприклад, дозу опромінення, якщо відомі час входу у зону, тривалість перебування і рівень радіації до початку робіт.

Приклад. Яку дозу одержить особовий склад загону рятувальників, який працює в осередку ураження (розчищає завали, розшукує потерпілих тощо) протягом 4 год, якщо до початку робіт через 2 год після вибуху рівень радіації склав 12 Р/год.

Розв'язок

У лівій графі табл. 11 знаходять 2 год (після вибуху). Переміщуючи движок вправо проти цього часу встановлюють у "вікні" цифру 4 (тривалість роботи 4 год). Цей час відповідає відношенню $D_{доп} \cdot K_{oc} / P_{вх} = 2$ у верхньому "вікні" табл. При наявності трьох відомих величин, з відношення знаходять четверту

$$D_{доп} = \frac{2P_{вх}}{K_{oc}} = \frac{2 \cdot 12}{1} = 24 \text{ Р. } (K_{oc} = 1 \text{ при роботі на відкритій місцевості, див. табл. 9 п.1).}$$

За допомогою табл. 11 порівняно швидко можна отримати дані для складання графіків змінної роботи на об'єктах, що потрапили у райони РЗ.

Задача 17. Визначення величини дози ($D_{пр}$) при перетині сліду хмари. Доза опромінення, одержана людьми при перетині сліду радіоактивної хмари, визначається за формулою

$$D_{пр} = \frac{P_{ср} \cdot l}{VK_{oc}} \text{ Р,}$$

де $P_{ср}$ – середній рівень радіації, Р/год, визначається за формулами, наведеним у табл. 12; l – довжина маршруту на зараженій ділянці, км; V – середня швидкість подолання зони зараження, км/год; K_{oc} – коефіцієнт ослаблення дози, що враховує захисні властивості транспортних засобів.

Примітка: Середні рівні радіації визначаються в залежності від P_{max} – для різних умов перетину сліду хмари. Рівні радіації вимірюються на осі слі-

ду хмари за табл. 6 і 7 зворотного боку лінійки. У табл. 12 зазначені найпростіші формули для визначення середнього рівня радіації для різних умов перетину сліду хмари. Вони прості і пояснень не потребують. Щоб більш точно визначити рівень радіації осторонь від осі сліду РЗ хмари (на осі $P_{\max}$), вводиться коефіцієнт, який враховує поступове зниження рівня радіації від осі сліду хмари до зовнішніх меж зон А, Б і В (табл. 1Д). Швидкість руху за РЗ місцевості прийнята для пішоходів 4...6 км/год; для тих, хто пересувається на залізничному транспорті 50...80 км/год; на автотранспорті – 10...50 км/год.

Приклад. Визначити дозу опромінення особового складу загону рятувальників, що перетинає зону РЗ через 1,5 год після наземного ЯВ з $q = 0,5$ Мт за маршрутом довжиною 25 км на автомашинах із середньою швидкістю 30 км/год. Маршрут перетинає слід хмари перпендикулярно, рівень радіації в місці перетину осі сліду хмари (у 50 км від центра вибуху) через 1,5 год після ЯВ складав 370 Р/год.

Розв'язок

Використовуються табл. 6, 7, 12 зворотного боку лінійки ЦО. Відомо, що при перпендикулярному перетині сліду РЗ хмари

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{max}}}{4} = \frac{370}{4} = 92,5 \text{ Р/год}; l = 25 \text{ км}; V = 30 \text{ км/год}; K_{\text{ос}} = 2 \text{ (для}$$

автомашин за табл. 9). Підставивши ці значення у формулу, одержують

$$D_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{ср}} \cdot l}{VK_{\text{ос}}} = \frac{92,5 \cdot 25}{30 \cdot 2} = 39 \text{ Р. При перетині двох-трьох слі-}$$

дів хмари, утворених двома-трьома вибухами, підрахунок дози опромінення ведеться таким же чином для кожного сліду окремо. Повна доза складається з доз, отриманих на кожному сліді.

Задача 18. Визначення кількості недієздатних людей при зовнішньому опроміненні за термін до 4, 10, 20 і 30 діб.

Приклад. Визначити кількість недієздатних людей у групі рятувальників, які отримали протягом 10 діб сумарну дозу опромінення 225 Р.

Розв'язок

Використовується табл. 13 зворотного боку лінійки ЦО. Переміщуючи движок вправо у верхньому "вікні" табл. встановлюють 10 діб. У правій графі знаходять число 225 (сумарна доза), проти цього значення у "вікні" правої графі зчитують – 50 %. Це свідчить, що половина рятувальників, які одержали 225 Р протягом 10 діб, втратила працездатність (тимчасово чи на тривалий термін). Більш

точне визначення обсягу людей, що втратили працездатність здійснюється медичною службою. У лівій частині табл. 13 наведені сумарні дози опромінення, які викликають гостру променеву хворобу різного ступеня. При цьому мається на увазі, що сумарна доза може бути отримана за термін до 30 діб, а дози усереднені й в залежності від стану організму можуть мати відхилення, наприклад, для гострої променевої хвороби 1-го ступеня – від 100 до 200 Р; 2-го ступеня – від 200 до 350 Р і т.д.

Для захисту персоналу ОЕ (від радіаційного враження) використовуються інженерні споруди, укриття тощо. За допомогою табл. 14 зворотного боку лінійки ЦО можна підрахувати необхідну для захисту товщину різних матеріалів при спорудженні укриттів від проникненої радіації (третя графа) і радіоактивного зараження (четверта графа) або визначити, наскільки будуть знижені рівні радіації існуючими спорудами. Рекомендації щодо визначення шару половинного ослаблення для матеріалів, використовуваних при цьому, наведені в табл. 14.

Задача 19. Визначення відносної дози опромінення людей в залежності від тривалості знаходження на РЗ місцевості з моменту утворення радіоактивного сліду.

Приклад. Визначити дозу опромінення, яка може бути отримана загоном рятівників за 3 год перебування на зараженій місцевості (на межі зони Б) з початку утворення сліду РЗ.

Розв'язок

Використовується табл. 15 зворотного боку лінійки ЦО. За час повного розпаду на межі зони Б доза радіації D_{∞} дорівнює 400 Р (табл. 3). За табл. 15 знаходять, що при опроміненні з моменту утворення сліду протягом 3 год люди можуть одержати 20 % усієї дози. Отже, доза опромінення складе

$$D = \frac{400}{100} \cdot 20 = 80 \text{ Р.}$$

При безперервному і тривалому перебуванні людей у зоні РЗ (обчислювальному декількома добами) очікувану дозу опромінення можна розрахувати за формулою, що визначає ступінь опромінення практично до повного розпаду радіоактивних речовин

$$D_{\infty} = 5 \cdot P_0 \cdot t_0 \text{ Р,}$$

де P_0 – рівень радіації, Р/год, у момент часу t_0 , год, після ЯВ.

Так, якщо через 10 год після вибуху (t_0) рівень радіації складав $P_0 = 8$ Р/год, то доза опромінення до повного розпаду в цьому пункті буде дорівнювати $D_\infty = 5 \cdot 8 \cdot 10 = 400$ Р.

3. ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИЛАДУ КК-ЦО

Прилад КК-ЦО (кутовимірювальний круг) призначений для прогнозування й оцінки хімічної обстановки, яка створюється при аварійному викиді (розливі) небезпечних хімічних речовин (НХР) та нанесення зон хімічного зараження (ХЗ) на схему (карту).

Прилад КК-ЦО дозволяє визначити наступне: глибину поширення вражаючих і смертельних концентрацій первинної ($\Gamma_{1,в}$, $\Gamma_{1,см}$) і вторинної хмари ($\Gamma_{2,в}$, $\Gamma_{2,см}$) будь-якої НХР; глибину поширення вражаючих і смертельних концентрацій при аваріях на ізотермічних сховищах з НХР (аміаку) ($\Gamma_{із.сх}$); час підходу хмари зараженого повітря (t_x) до заданої межі; тривалість вражаючої дії (випару) НХР, що розлилися ($t_{в.д}$); кількість НХР, яка перейшла у первинну та вторинну вражаючі хмари (Q_1 , Q_2), а також смертельні токсодози 14-ти НХР ($D_{см}$), значення їх коефіцієнтів еквівалентності ($K_{екв}$) та випару ($K_{вип}$) відповідно хлору; прогнозувати площу зони можливого хімічного зараження ($S_{3МХЗ}$) в залежності від величини швидкості вітру в приземному шарі і глибини поширення зараженого повітря; наносити на схему напрямок вітру в приземному шарі повітря (вісь зони) і кутовий розмір зони можливого зараження (ϕ); оцінювати ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) у приземному шарі.

При використанні КК-ЦО приймається, що в мирний час внаслідок аварії руйнуванню може піддатися, як правило, одна з наявних на площадці ємностей з НХР. При прогнозуванні ХО, яка складається під час аварійного викиду (розливу) будь-якої НХР, для спрощення розрахунків додатково вводиться поняття еталонного НХР – хлору. Приведення фактичної кількості будь-якої НХР до еквівалентної кількості хлору (за вражаючою і смертельною дією, а також за первинною та вторинною хмарою) відбувається діленням її на відповідний коефіцієнт еквівалентності для даного НХР. Подальше прогнозування ведеться щодо еквівалентної кількості хлору, яка перейшла у первинну чи вторинну хмару. Визначення

часу випарювання (вражаючої дії) даного НХР здійснюється множенням часу випарювання хлору на відповідний коефіцієнт.

3.1. Опис комплексу приладу КК-ЦО

До складу комплексу входить кутовимірювальний круг (КК) і три знімні движки. Круг має діаметр 200 мм і товщину 1–2 мм. На лицьовому боці КК-ЦО (рис. 5Д) вздовж кола нанесено поділки через 5 градусів, сектори зон зараження, шкали "Визначення Г", "Визначення t_x ", "Визначення $t_{в.д}$ ", табл. 1 "Визначення ϕ ", табл. 2 "Визначення СВСП". На зворотному боці (рис. 6Д) наведені вихідні дані для визначення еквівалентної кількості хлору і шкала "Визначення S". Движки представляють собою лінійки розміром 200×20 мм і товщиною 0,5–1 мм. Всі движки мають у верхній частині логарифмічні шкали від 0,1 до 1000 одного масштабу, а в нижній частині три шкали швидкості вітру (I_1 , м/с) для різних СВСП. Усі движки призначені, в основному, для визначення глибини поширення зараженого повітря. При цьому їх лицьові боки (№ 1, № 2, № 3) – для вражаючих концентрацій, а зворотні – (№ 1а, № 2а, № 3а) – для смертельних концентрацій. Движки № 1 і № 1а призначені для визначення глибин поширення первинної хмари хлору; № 2 і № 2а – вторинної хмари хлору; № 3 і № 3а – вторинної хмари аміаку при його ізотермічному збереженні у великій кількості (тисячах тон). На кожному движку є відповідні написи, що пояснюють його призначення. Логарифмічна шкала будь-якого движка може використовуватися разом з кругом при визначенні t_x , $t_{в.д}$ і S.

3.2. Вирішення основних задач за допомогою КК-ЦО

Задача 1. Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря. СВСП у приземному шарі може бути визначено за табл. 2, що розташована в нижній частині лицьового боку круга. Для визначення СВСП необхідно визначити швидкість вітру в приземному шарі повітря, час доби, стан хмарності.

Приклад. Ніч, похмуро, хмарність 8 балів, $I_1 = 3$ м/с.

Розв'язок

Для визначення СВСП у першій графі табл. 2 вибирають рядок 2; 1–4, тому що $I_1 = 3$ м/с; на перехресті четвертої графі "Похмуро, 8–10 б" і рядка 2; 1–4 знаходиться область "Ізотермія". Отже, СВСП–ізотермія.

Задача 2. Визначення глибини поширення зараженого повітря.

Глибина поширення зараженого повітря (Γ) залежить від СВСП і швидкості приземного вітру, типу та кількості викинутої в атмосферу, розлитої й випаровуючої НХР, характеру захисту ємності з НХР (відсутності чи наявності піддона і його висоти), характеру місцевості, над якою рухається хмара зараженого повітря (відкрита чи закрита), а також заданих концентрацій НХР (вражаючих чи смертельних). Конструкція круга та движків дозволяє безпосередньо врахувати виправлення на зазначені фактори при відповідній установці движка круга. У розділі 2 "Визначення Γ " на лицьовому боці круга зазначено, що при визначенні глибини поширення первинної хмари (Γ_1) використовується движок № 1, вторинної (Γ_2) – движок № 2 і глибини поширення повітря, зараженого аміаком, що зберігався в ізотермічних сховищах, ($\Gamma_{із.сх}$) – движок № 3. Там же розташовані три горизонтальних шкали: "Інверсія", "Ізотермія", "Конвекція". Поділки шкал відповідають кількості хлору в тоннах ($Q_{хл}$, т). Нижче розташовані установочні вертикальні лінії (УВЛ), що враховують вплив СВСП, характер розливу НХР, висоту піддона, а також характер місцевості. Верхня шкала УВЛ (висота піддона H від 0 до 5 м) відповідає інверсії, середня – ізотермії, нижня – конвекції. Написи під УВЛ вказують, що лінії "0–0" (при $H = 0$) відповідають вільному розливу НХР ("ВР"), а інші – розливу в піддон ("РП") висотою від 1 до 5 м. При цьому ліва частина УВЛ ("ВР" і "РП") відповідає відкритій місцевості, а права частина УВЛ – закритій місцевості. Індеси та формули в правій частині розділу нагадують, що на горизонтальних шкалах варто відкладати кількість хлору, котра перейшла у первинну чи вторинну хмару, а також, як визначити Q_1 і Q_2 . Величину "А" зазначено на звороті круга у графі 3 табл. 3. Для зрідженого хлору при температурі навколишнього повітря $+20^\circ\text{C}$ величина $A = 0,18$. Для стиснутого газоподібного хлору $A = 1$, тому що вторинної хмари не буде. "Схема визначення" нагадує послідовність дій при визначенні Γ , а також поєднання яких значень на движку і на крузі необхідно виконувати. Чисельник дробу вказує, що повинно знаходитися зверху (движок КК) і яка шкала, а знаменник – що розміщується нижче, при поєднанні шкал і значень або при визначенні шуканої величини. Послідовність визначення Γ у відповідності зі схемою наступна:

вибрати движок, що відповідає задачі (при визначенні Γ_1 движок № 1 для вражаючих чи № 1а для смертельних концентрацій, при визначенні Γ_2 движок № 2 для вражаючих і № 2а для смертельних концентрацій);

встановити движок верхнім зрізом уздовж горизонтальної шкали круга, що відповідає заданій СВСП ("Інверсія", "Ізотермія" чи "Конвекція");

виконати операції 1-ої схеми: знайти на нижній шкалі движка поділку, котра відповідає заданим СВСП і швидкості вітру, переміщаючи движок уздовж встановленої горизонтальної шкали, сполучити цей розподіл з УВЛ, що відповідає "Р" (розливу "ВР" чи "РП" і H , м) і "М" (місцевості відкритій чи закритій);

виконати операції 2-ої схеми: знайти на горизонтальній шкалі круга задану кількість Q_1 і Q_2 хлору, т, і під нею, на верхній шкалі движка, зчитати Γ_1 чи Γ_2 , км.

Приклад. Дано: $Q = 100$ т; НХР – хлор; $H = 1$ м; СВСП – інверсія; $I_1 = 3$ м/с; місцевість – закрыта. Визначити Γ_B і Γ_{cm} , де Γ_B (Γ_{cm}) – глибина розповсюдження вражаючої (смертельної) концентрації, км.

Розв'язок

Визначити Q_1 . Значення А за табл. 3, графа 3, КК.

$$Q_1 = A \times Q = 0,18 \times 100 = 18 \text{ т.}$$

Визначити Q_2 . Значення А у табл. 3, графа 3, КК.

$$Q_2 = Q - Q_1 = 100 - 18 = 82 \text{ т.}$$

Встановити движок № 1 верхнім зрізом уздовж горизонтальної лінії "Інверсія $Q_{хл}$, т" і переміщаючи його уздовж цієї лінії, встановити позначку 3, м/с, шкали "Інверсія" у нижній частині движка на праву нульову УВЛ, що відповідає закритій місцевості ("закр" і "0"). Знайти на шкалі "Інверсія $Q_{хл}$, т" точку, яка відповідає $Q_1 = 18$ т, і під нею на верхній шкалі движка зчитати $\Gamma_1 = 8$ км. Аналогічно попереднім діям за допомогою движка № 1а визначити $\Gamma_1 = 0,7$ км. Аналогічно за допомогою движка № 2а, встановивши позначку, 3, м/с, шкали "Інверсія" у нижній частині движка на УВЛ "закр" і "1", тому що розлив у піддон з $H = 1$ м, зчитати проти точки, що відповідає $Q_2 = 82$ т, значення $\Gamma_{2,в} = 5,5$ км. Аналогічно за допомогою движка № 2а визначити $\Gamma_{2,cm} = 1,2$ км. Після порівняння отриманих результатів, робиться висновок. В даному випадку максимальна глибина поширення вражаючих концентрацій визначається первинною хмарою і дорівнює $\Gamma_{п} = 8$ км, а максимальна глибина поширення смертельних концентрацій визначається вторинною хмарою $\Gamma_{cm} = 1,2$ км. При визначенні глибин зон зараження для інших НХР

слід визначити їх кількості, що перейшли в первинну (Q_{1i}) і вторинну (Q_{2i}) хмари, відповідно хлору; значення коефіцієнтів еквівалентності за табл. 3; еквівалентні кількості хлору для кожного варіанту.

Для зріджених газів з температурою кипіння менше, ніж температура навколишнього повітря (у методиці прийнято, що температура повітря дорівнює 20 °С) визначається $\Gamma_{1,в}$, $\Gamma_{1,см}$, $\Gamma_{2,в}$, $\Gamma_{2,см}$. Для стиснутих газів визначається тільки $\Gamma_{1,в}$ і $\Gamma_{1,см}$, тому що за їх викиду буде створюватися тільки первинна хмара. Для рідинних НХР з температурою кипіння вище температури повітря визначаються тільки $\Gamma_{2,в}$ і $\Gamma_{2,см}$, тому що за їх виливання первинної хмари практично не буде.

Приклад. Дано: $Q_i = 200$ т; НХР – сірчистий ангідрид; $H = 1$ м; СВСП – ізотермія; $I_1 = 4$ м/с; місцевість відкрита. Визначити $\Gamma_{в}$ і $\Gamma_{см}$.

Розв'язок

За табл. 3 круга для сірчистого ангідриду $A = 0,10$; $Q_1 = A \times Q = 0,1 \times 200 = 20$ т; $Q_2 = Q - Q_1 = 200 - 20 = 180$ т.

Звідси

$$Q_{1,хл,в} = \frac{Q_1}{K_{1,п}} = \frac{20}{200} = 0,1 \text{ т};$$

$$Q_{1,хл,см} = \frac{Q_1}{K_{1,см}} = \frac{20}{42} = 0,48 \text{ т};$$

$$Q_{2,хл,в} = \frac{Q_2}{K_{2,п}} = \frac{180}{33} = 5,5 \text{ т};$$

$$Q_{2,хл,см} = \frac{Q_2}{K_{2,см}} = \frac{180}{12} = 15 \text{ т},$$

де $K_{1,в}$ ($K_{1,см}$) – коефіцієнт еквівалентної НХР для визначення вражаючих (смертельних) концентрацій у первинній хмарі; $K_{2,в}$ ($K_{2,см}$) – у вторинній хмарі; $Q_{1,хл,в}$ ($Q_{1,хл,см}$) – еквівалентна кількість хлору вражаючої (смертельної) концентрації, що перейшла у первинну хмару; $Q_{2,хл,в}$ ($Q_{2,хл,см}$) – у вторинну хмару.

Далі аналогічно попередньому прикладу

$$\Gamma_{1,в} = 0,33 \text{ км}; \Gamma_{1,см} = 0,1 \text{ км}; \Gamma_{2,в} = 1,9 \text{ км}; \Gamma_{2,см} = 0,9 \text{ км}.$$

Максимальні з них $\Gamma_{в} = 1,9$ км і $\Gamma_{см} = 0,9$ км.

Для визначення $\Gamma_{\text{в}}$ і $\Gamma_{\text{см}}$ при аваріях на ізотермічних сховищах аміаку використовуються двигунки № 3 і № 3а. При цьому слід пам'ятати, що на горизонтальних шкалах круга "СВСП, $Q_{\text{хл}}$, т" кількість аміаку подана не в тонах, а в тисячах тон, про що є вказівка на цих двигунках. Інші дії при визначенні Γ аналогічні наведеним вище рекомендаціям.

Приклад. Дано: $Q = 60$ тис. т; НХР – аміак; збереження ізотермічне; $H = 3,5$ м; СВСП – конвекція; $I_1 = 2$ м/с; місцевість закрита. Визначити $\Gamma_{\text{п}}$ і $\Gamma_{\text{см}}$.

Розв'язок

$$\Gamma_{\text{п}} = 1,1 \text{ км}; \Gamma_{\text{см}} = 0,45 \text{ км}.$$

У табл. 3 круга наведені значення коефіцієнта еквівалентності тільки для 14-ти НХР, тому що тільки для них відомі значення вражаючих та смертельних доз. Для інших НХР за наявності значень токсодоз коефіцієнти еквівалентності можуть бути розраховані за такими формулами:

$$K_{1,\text{п}} = 18,1 \cdot \frac{D_{\text{п}}^{1,5}}{m^{0,5}}; \quad K_{1,\text{см}} = 0,0318 \cdot \left(\frac{D_{\text{см}}}{D_{\text{п}}} \right)^{1,5} \cdot K_{1,\text{п}};$$

$$K_{2,\text{п}} = 8,8 \cdot \frac{D_{\text{п}} \cdot d^{0,2}}{m^{0,1} \cdot P_{\text{н}}^{0,2}}; \quad K_{2,\text{см}} = 0,1 \cdot \frac{D_{\text{см}}}{D_{\text{п}}} \cdot K_{2,\text{п}},$$

де m – молекулярна вага НХР, d – питома вага рідинної НХР, т/м³; кг/л, г/см²; $P_{\text{н}}$ – тиск насиченого пара НХР, мм рт. ст.

Дуже орієнтовно вражаючі і смертельні дози можуть бути розраховані у $\frac{\text{мг} \cdot \text{хв}}{\text{л}}$ за емпіричними формулами:

$$D_{\text{п}} \approx 600 \cdot \text{ГДК}_{\text{р.з}} \text{ і } D_{\text{см}} \approx 10 \cdot D_{\text{п}},$$

де $\text{ГДК}_{\text{р.з}}$ – гранично допустима концентрація робочої зони, мг/л.

Задача 3. Визначення часу підходу хмари зараженого повітря.

Час підходу хмари $t_{\text{х}}$ до заданої межі визначається за формулою

$$t_{\text{х}} = \frac{X}{3,6 \cdot I_1} \text{ год},$$

де X – відстань від місця розливу до заданої межі, км; I_1 – швидкість вітру на висоті 1 м, м/с.

Час підходу хмари може бути знайдено за допомогою номограми розділу 3 "Визначення t_x " круга і верхньої шкали будь-якого движку. Номограма складається з двох шкал t_x і X , км. Відповідно до приведеної на крузі схеми визначення t_x послідовність дій наступна:

сполучити значення X на шкалі " X , км" з величиною швидкості вітру I_1 на верхній шкалі движка;

визначити значення t_x за шкалою " t_x " проти поділки "1" верхньої шкали движка.

Приклад. Дано: $X = 7$ км; НХР – аміак; $I_1 = 4$ м/с. Визначити t_x .

Розв'язок

Сполучити поділку 4 верхньої логарифмічної шкали движку з поділкою 7 шкали " X , км"; зчитати відповідь на шкалі t_x проти "1" верхньої шкали движку $t_x = 29$ хв.

Задача 4. Визначення часу вражаючої дії НХР.

Час вражаючої дії чи випару $t_{в.д}$ НХР залежить від швидкості вітру, характеру захищеності ємності (наявності піддону) і типу НХР. Він визначається для хлору за допомогою двох номограм, розташованих на лицьовому боці круга в розділі 4 "Визначення $t_{в.д}$ ". Ліворуч наведена номограма 4.1 для визначення $t_{в.д}$ хлору при його вільному розливі (відсутність піддона й обвалування), праворуч – 4.2 при розливі в піддон. У верхній частині номограми знаходяться шкали значень швидкості приземного вітру, у нижній частині – відповідні значення $t_{в.д}$ хлору. Для визначення $t_{в.д}$ хлору слід вибрати відповідну номограму розливу, знайти на верхній шкалі величину заданої швидкості вітру і під ним зчитати значення $t_{в.д}$ в годинах. При визначенні $t_{в.д}$ будь-якого НХР слід визначити $t_{в.д}$ хлору для умов розливу заданого НХР і помножити на коефіцієнт випару даного НХР, який визначається за формулою

$$K_{\text{вип}} = 4,1 \cdot 10^3 \cdot \frac{d}{P_n \cdot m^{0,5}}.$$

Значення $K_{\text{вип}}$ для деяких НХР наведено в графі 10 табл. 3 на зворотному боці КК.

Приклад. Дано: НХР – сірковуглець; розлив у піддон; $I_1 = 2$ м/с. Визначити: $t_{в.д}$ сірковуглецю.

Розв'язок

Визначити $t_{в.д}$ хлору за номограмою 4.2 при швидкості вітру 2 м/с:

$$t_{\text{в.д. хл}} = 17 \text{ год};$$

Визначити $K_{\text{вип}}$ сірковуглецю за табл. 3, гр. 10:

$$K_{\text{вип}} = 2 \text{ год};$$

Визначити $t_{\text{в.д}}$ сірковуглецю:

$$t_{\text{в.д, cs}_2} = t_{\text{в.д.хл}} \cdot K_{\text{вип}} = 17 \cdot 2 = 34 \text{ год.}$$

Визначення площі зони зараження

Площа зони зараження визначається за формулою

$$S = \frac{\pi \Gamma^2 \varphi}{360} \text{ км}^2.$$

Її може бути знайдено за допомогою номограми розділу 7 "Визначення S " і верхньої шкали будь-якого движку. Значення φ наведені в табл. 1 круга. Відповідно до приведеної на крузі схеми послідовність дій наступна: в залежності від величини швидкості вітру визначити за табл. 1 значення φ і знайти його на шкалі φ номограми розділу 7; сполучити "1" верхньої шкали движка зі значенням; визначити значення S на верхній шкалі номограми КК-ЦО проти значення Γ на верхній шкалі движка.

Приклад. Дано: $I_1 = 3 \text{ м/с}$; $\Gamma = 7 \text{ км}$. Визначити S .

Розв'язок

Визначити φ за табл. 1 КК-ЦО для $I_1 = 3 \text{ м/с}$; $\varphi = 45^\circ$; сполучити "1" верхньої шкали движка з 45° шкали " φ "; зчитати відповідь за шкалою S проти розподілу 7 верхньої шкали движку:

$$S = 1,9 \cdot 10 = 19 \text{ км}^2.$$

3.3. Нанесення на карту зон зараження

Для нанесення на карту (схему, план) зони зараження необхідно знати напрямок і швидкість наземного вітру. В залежності від значення швидкості вітру за табл. 1 КК-ЦО визначається центральний кут сектора φ . При нанесенні зони зараження на карту слід сполучити центр круга з місцем перебування на карті ємності з НХР; обертаючи круг, встановити на північ його нульову поділку ("0"); зробити на карті позначку, що відповідає напрямку вітру в призем-

ному шарі повітря (позначка вказує "звідки дме вітер"); встановити проти цієї позначки поділку "180" круга, при цьому поділка "0" круга буде вказувати напрямок "куди дме вітер"; зробити на карті позначки проти нульової поділки і бічних границь сектору зони зараження ($\pm 0,5\phi$); зняти з карти круг і з'єднати зроблені позначки з точкою перебування ємності; визначити глибину поширення вражаючих і смертельних концентрацій за допомогою номограм круга і відповідного движка; провести в секторі частину кола радіусом, що дорівнює глибині зони зараження з центром у точці перебування ємності.

ЛИТЕРАТУРА

1. Угломерный круг для прогнозирования химического заражения воздуха при аварийном выбросе СДЯВ (УК-ГО): Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – М.: Экологический хозрасчетный центр "Модэкс", 1989.

2. Расчетная линейка ГО: Описание и порядок пользования. – М.: Атомиздат, 1973.

3. Радиационная линейка РЛ: Описание и правила пользования. – М.: Военное издательство МО СССР, 1970.

ДОДАТКИ

Таблиця 1Д. Коефіцієнти для визначення рівня радіації у боці від осі сліду

Відстань від центра ви- буху, км	Видалення від осі сліду, км									
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	3	4	5	10
2	0,92	0,7	0,44	0,1	—	—	—	—	—	—
4	0,97	0,88	0,75	0,45	0,04	—	—	—	—	—
6	0,98	0,93	0,86	0,65	0,17	—	—	—	—	—
8	0,99	0,95	0,91	0,75	0,32	0,11	—	—	—	—
10	1	0,97	0,93	0,82	0,44	0,04	—	—	—	—
12	1	0,98	0,95	0,86	0,54	0,09	0,004	—	—	—
14	1	0,98	0,96	0,88	0,61	0,14	0,013	—	—	—
16	1	0,98	0,96	0,91	0,67	0,21	0,028	0,0018	—	—
20	1	1	0,98	0,93	0,75	0,32	0,078	0,011	—	—
25	1	1	0,98	0,95	0,82	0,44	0,16	0,032	0,0061	—
30	1	1	0,99	0,96	0,86	0,54	0,25	0,085	0,021	—
40	1	1	1	0,98	0,91	0,67	0,41	0,020	0,082	—
60	1	1	1	0,99	0,95	0,80	0,61	0,42	0,26	0,0043
80	1	1	1	1	0,97	0,87	0,73	0,57	0,41	0,029
100	1	1	1	1	0,98	0,91	0,80	0,67	0,54	0,082
200	1	1	1	1	1	0,97	0,92	0,86	0,8	0,41

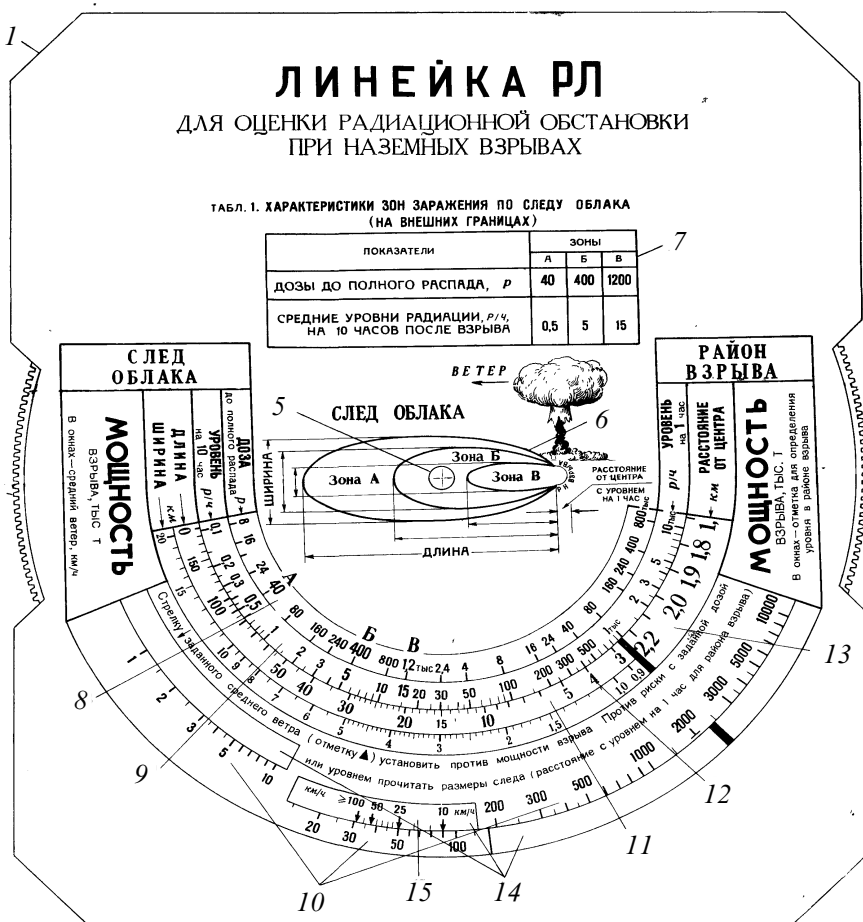


Рис. 1Д. Лицевой бик линейки РЛ:

1 – лицевая панель; 3 – великий диск; 5 – вісь; 6 – контури заражених ділянок; 7 – табл. 1; 8 – шкала доз радіації до повного розпаду на сліді хмари; 9 – шкала рівнів радіації на сліді хмари через 10 год після вибуху; для району вибуху – через 1 год після вибуху; 10 – шкала потужності вибуху; 11 – верхній виріз; 12 – шкала довжини і ширини зон зараження (сірого кольору); 13 – шкала відстані від центру вибуху (рожевого кольору); 14 – нижній виріз; 15 – шкала швидкості середнього вітру

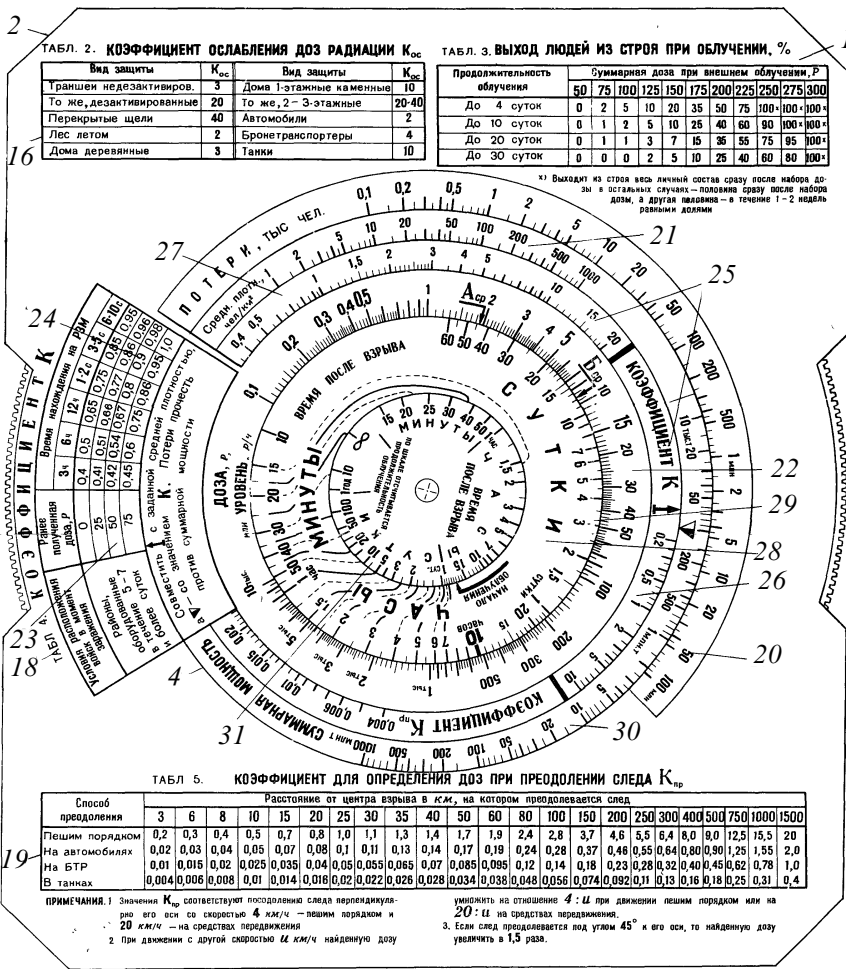
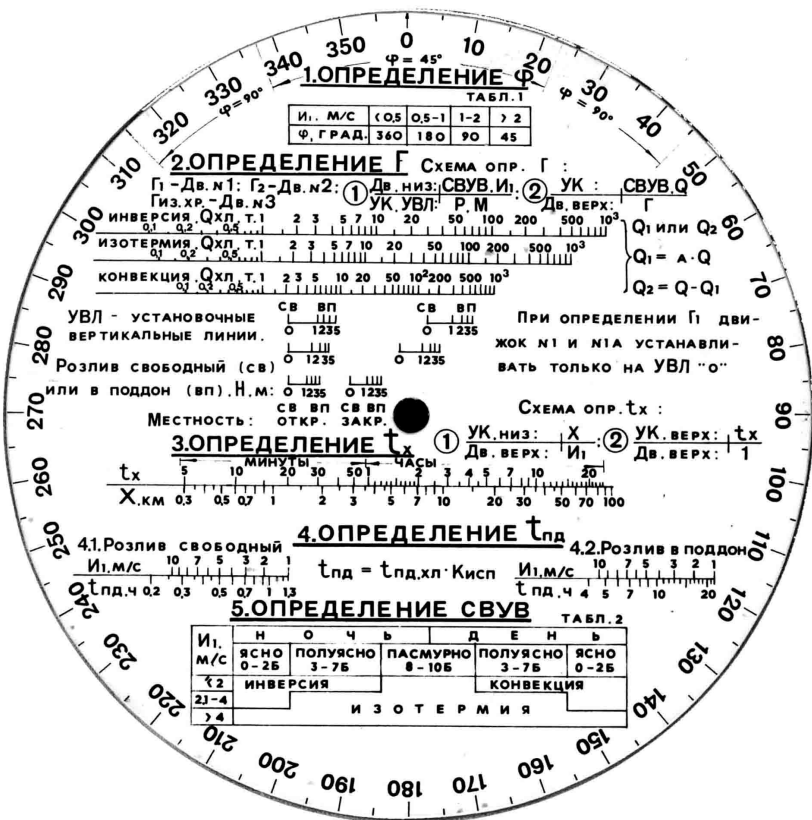


Рис. 2Д. Зворотний бік лінійки РЛ:

2 – зворотна панель; 4 – малий диск; 16 – табл. 2; 17 – табл. 3; 18 – табл. 4; 19 – табл. 5; 20 – шкала втрати військ (населення); 21 – шкала середньої щільності військ (населення); 22 – шкала рівнів радіації або доз радіації (жовтого кольору); 23 – секторний виріз у табл. 4; 24 – шкала значення коефіцієнта K ; 25 – круговий виріз; 26 – шкала значення коефіцієнта K ; 27 – шкала значення коефіцієнта $K_{ос}$ (зеленого кольору); 28 – круговий виріз; 29 – шкала часу після вибуху (рожевого кольору); 30 – шкала сумарної потужності вибухів; 31 – шкала часу початку і кінця опромінення, а також тривалості опромінення (сірого кольору).



N1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	2	3	5	7	10	20	30	50	70	100	200	300	500	10 ³
$\Gamma_{1,п}$	КОНВЕКЦИЯ И, м/с 4 3 2 И, м/с 10 6 5 4 3 2 ИЗОТЕРМИЯ ИНВЕРСИЯ ПЕРВИЧНОЕ ОБЛАКО (ПОРАЖАЮЩИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ)																			

N2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	2	3	5	7	10	20	30	50	70	100	200	300	500	10 ³
$\Gamma_{2,п}$	КОНВЕКЦИЯ И, м/с 4 3 2 И, м/с 10 6 4 3 2 ИЗОТЕРМИЯ ИНВЕРСИЯ ВТОРИЧНОЕ ОБЛАКО (ПОРАЖАЮЩИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ)																			

N3	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	2	3	5	7	10	20	30	50	70	100	200	300	500	10 ³
$\Gamma_{из.хр.п}$	КОНВЕКЦИЯ И, м/с 4 3 2 И, м/с 10 6 4 3 2 ИЗОТЕРМИЯ ИНВЕРСИЯ АММИАК ИЗОТЕРМИЧЕСКОЕ ХРАНЕНИЕ (ПОРАЖАЮЩИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ)																			

Рис. 5Д. Лицевой бик приладу КК-ЦО

6.ОПРЕДЕЛЕНИЕ $Q_{\text{ЭКВ.ХЛОРА}}$

$$Q_{\text{ЭКВ.ХЛОРА}} = Q_{\text{ХЛ}} = Q_{\text{Л}} \cdot K_{\text{Л}};$$

$$Q_{1, \text{ХЛ}} = Q_{1, \text{Л}} \cdot K_{1, \text{Л}}; \quad Q_{2, \text{ХЛ}} = Q_{2, \text{Л}} \cdot K_{2, \text{Л}}$$

Исходные данные

ТАБЛ. 3

Наименование СДЯВ	$t_{\text{кип}}$	A	Дп	Дсм	$K_{1, \text{п}}$	$K_{1, \text{см}}$	$K_{2, \text{п}}$	$K_{2, \text{см}}$	$K_{\text{исп}}$
1. Аммиак	-33	0,17	15	105	225	150	24	17	0,89
2. Водород фтористый	20	0	4	7,5	32	2,6	7	1,3	1,2
3. Водород цианистый	26	0	0,8	1,4	-	-	1,2	0,2	0,89
4. Метил бромистый	4	0,03	90	900	1600	1600	150	150	0,96
5. Нитрил акриловой к-ты	77	0	6	16	-	-	14	4	5,2
6. Окислы азота	21	0	1,5	7,8	-	-	2,6	1,3	1,2
7. Окись этилена	11	0,02	40	400	700	700	64	64	0,72
8. Сернистый ангидрид	-10	0,10	20	70	200	42	33	12	0,98
9. Сероводород	-60	0,29	5	30	35	1,6	8	5	0,87
10. Сероуглерод	46	0	135	900	-	-	260	170	2,0
11. Соляная к-та, 37%	109	0	20	200	-	-	46	46	5,0
12. Фосфор треххлористый	76	0	3	30	-	-	70	70	5,4
13. Хлорпикрин	112	0	0,1	24	-	-	0,3	8	2,6
14. Хлор	-34	0,18	0,6	6	1	1	1	1	1

ПРИМЕЧАНИЯ: $t_{\text{кип}}$ - температура кипения, град; $A = Q_1 : Q$ - часть общего количества вещества, перешедшая в первичное облако; Дп - доза поражающая, мг·мин; Дсм - доза смертельная, мг·мин; $K_{1, \text{п}}$ - коэф. эквивалентности первичного облака i -го СДЯВ ($Q_{1, \text{Л}}$) по Дп; $K_{2, \text{см}}$ - коэф. экв. вторичного облака по Дсм; $K_{\text{исп}}$ - коэффициент испарения.

Схема опр. S:

7.ОПРЕДЕЛЕНИЕ S

① Ук. низ: Φ ; Дв. верх: 1; ② Ук. верх: 1; Дв. верх: S

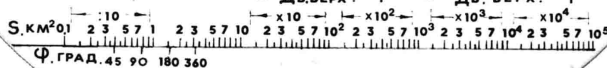


Рис. 6Д. Зворотний бік приладу КК-ЦО

ЗМІСТ

Вступ	3
Перелік використаних скорочень і позначень	4
1. Використання радіаційної лінійки для оцінки обстановки у надзвичайних ситуаціях	5
1.1. Опис радіаційної лінійки	6
1.2. Рішення основних задач за допомогою радіаційної лінійки.....	8
2. Оцінка обстановки в осередках ядерного ураження за допомогою розрахункової лінійки ЦО	12
2.1. Опис розрахункової лінійки ЦО	12
2.2. Вирішення основних задач за допомогою лінійки ЦО	14
3. Оцінка хімічної обстановки з використанням приладу КК-ЦО ..	28
3.1. Опис комплексу приладу КК-ЦО	29
3.2. Вирішення основних задач за допомогою КК-ЦО	29
3.3. Нанесення на карту зон зараження	35
Література	37
Додатки	38

Навчальне видання

**ІЗОТОВ Валерій Ізмайлович
МИХАЙЛЮК Валерій Олександрович**

**ЗАСОБИ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ
ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**Методичні вказівки до виконання
практичних і розрахунково-графічних робіт**

*Методичні вказівки
(українською мовою)*

**Редактор В.А. Стекольщикова
Комп'ютерна правка В.Г. Мазанко, Н.В. Чудновцева
Комп'ютерна верстка Н.В. Чудновцева
Коректор М.О. Паненко**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Підписано до друку 16.11.06. Папір офсетний. Формат 60×84/16.
Друк офсетний. Гарнітура "Таймс". Ум. друк. арк. 2,7. Обл.-вид. арк. 2,8.
Тираж 300 прим. Вид. № 12. Зам. № 312. Ціна договірна

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5



ВИДАВНИЦТВО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ



Шановні панове!

Запрошуємо Вас ознайомитись з можливостями книжкового видавництва, висококваліфіковані спеціалісти якого забезпечать оперативне та якісне виконання замовлення будь-якого рівня складності.

Наш головний принцип – задовольнити потреби замовника в повному комплексі поліграфічних послуг, починаючи з розробки та підготовки оригіналу-макета, що виконується на базі IBM PC, і закінчуючи друком на офсетних машинах.

Крім цього, ми маємо повний комплекс післядрукарського обладнання, що дає можливість виконувати:

- ✓ аркушепідбір;
- ✓ брошурування на скобу, клей;
- ✓ порізку на гільйотинах;
- ✓ ламінування.

Видавництво також оснащено сучасним цифровим дублюкатором фірми "Duplo" формату А3, що дає можливість тиражувати зі швидкістю до 130 копій за хвилину.

Для постійних клієнтів – гнучка система знижок.

Отже, якщо вам потрібно надрукувати **підручники, книги, брошури, журнали, каталоги, рекламні листівки, прайс-листи, бланки, візитні картки**, – ми до Ваших послуг.

© Національний університет кораблебудування
✉ Україна, 54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5,
видавництво НУК

☎ 8(0512) 47-83-86; 39-81-42, 39-73-39, fax 8(0512) 42-46-52;
E-mail: publishing@usmtu.edu.ua

ДЛЯ НОТАТОК