

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

УДК 355.58 (075.8)

Олександр Мельник, кандидат технічних наук,
доцент кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності
Лариса Суло, викладач кафедри техніко-технологічних дисциплін,
охорони праці та безпеки життєдіяльності
Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

У статті розглядається атомна енергетика, як основне джерело електроенергії в Україні. Описано типи та джерела штучних радіоактивних ізотопів ядерних реакторів. Наведені два основних способи визначення радіаційної обстановки. Приведений алгоритм розрахунку визначення поверхневої активності радіоактивних речовин та дози опромінення, яку отримає особовий склад формувань цивільного захисту (ЦЗ) за час робіт на забрудненій території методом прогнозу. Показаний порядок розрахунку потужності дози опромінення на заданий час після моменту аварії на АЕС та визначення місцезнаходження особового складу ЦЗ за даними розвідки.

Ключові слова: атомна енергетика, ядерний реактор, радіоактивні речовини, поверхнева активність радіоактивних речовин, радіоактивне забруднення місцевості, потужність дози опромінення.

Рис. 1. Табл. 10. Літ. 6.

Александр Мельник, кандидат технических наук, доцент кафедры технико-технологических дисциплин,
охраны труда и безопасности жизнедеятельности
Лариса Суло, преподаватель кафедры технико-технологических дисциплин,
охраны труда и безопасности жизнедеятельности
Уманского государственного педагогического университета имени Павла Тychины

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ОБЪЕКТАХ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В статье рассматривается атомная энергетика, как основной источник электроэнергии в Украине. Описаны типы и источники искусственных радиоактивных изотопов ядерных реакторов. Приведены два основных способа определения радиационной обстановки. Приведен алгоритм расчета определения поверхностной активности радиоактивных веществ и дозы облучения, которую получит личный состав формирования гражданской обороны (ГО) за время работ на загрязненной территории методом прогноза. Показан порядок расчета мощности дозы облучения на заданное время после момента аварии на АЭС и определения местоположения личного состава ЦЗ по данным разведки.

Ключевые слова: атомная энергетика, ядерный реактор, радиоактивные вещества, поверхностная активность радиоактивных веществ, радиоактивное загрязнение местности, мощность дозы облучения.

Olexander Melnuk, Ph.D. (Technical Sciences),
Associate Professor of the Technical and Technological Disciplines, Labour Protection and Life Safety Department
Larysa Suslo, Lecturer of the Technical and Technological Disciplines,
Labour Protection and Life Safety Department Uman Pavlo Tychyna State Pedagogical University

THE METHOD OF RADIATION SITUATION ASSESSMENT IN CASE OF EMERGENCY INSTALLATIONS AT THE NUCLEAR POWER PLANTS

The article deals with the nuclear power as a major source of power in Ukraine. Authors describe the types and sources of artificial radioactive isotopes of nuclear reactors. These are two basic ways of determination the radiological situation. The article presents an algorithm of calculating of determination of the surface activity of radioactive substances and the radiation dose that will be received by the personnel of civil defense forces (DF) for the time of their work in the contaminated area with the prediction method. The article shows how to calculate the dose rate of radiation for a given time after the moment of accident at the plant and determines the location of personnel according to a civilian intelligence data.

Keywords: nuclear energy, nuclear reactor, radioactive substances, the surface activity of radioactive substances, radioactive contamination of the terrain, the power of the radiation dose.

Постановка задачі. Розвиток атомної техногенну та екологічну небезпеку для довкілля енергетики, різноманітні аномальні і людини.
Природні явища спричинили Переважна частина мешканців різних регіонів

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

держави підпадає під вплив небезпечних природних явищ, техногенних аварій, зокрема під вплив небезпечного радіоактивного фону.

Захист населення, територій, навколишнього природного середовища, об'єктів АЕС, стратегічних об'єктів держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій є найважливішою функцією держави, яка спрямована на їх захист шляхом запобігання і ліквідації таких ситуацій та надання допомоги постраждалим [4].

Основним джерелом електроенергії в Україні є атомна енергетика. Але, не дивлячись на усі її переваги перед іншими джерелами електроенергії, залишається бути небезпечним чинником виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру (вихід із ладу технічних систем, або помилка обслуговуючого персоналу) [3].

Аварії які виникають на об'єктах атомної енергетики, можуть призводити до створення складної радіаційної обстановки, яка, в свою чергу, може негативно вплинути не тільки на боездатність військових формувань, формувань цивільного захисту, а й на цивільне населення в цілому, яке опиниться у зоні можливого ураження [1, 5]. Тому є зрозумілим, що оцінка радіаційної обстановки при аваріях на об'єктах атомної енергетики є досить актуальним завданням, яке необхідно вивчати та досліджувати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченням радіоактивності та оцінкою радіаційної обстановки при аваріях на АЕС в різний час займалися відомі науковці: Я.Е. Белозеров, П.Т. Егоров, П.Е. Колпаков, М.І. Стеблюк, В.М. Шоботов [1; 2; 3; 5; 6] та інші. В їхніх працях розкритті загальні поняття та визначення радіоактивності, наведена методика розрахунку оцінки радіаційної обстановки методом прогнозу та за даними розвідки, як після ядерного вибуху, так і при аваріях на об'єктах атомної енергетики, зокрема наведені загальні аналітичні формули розрахунку оцінки обстановки при аваріях на АЕС, проте послідовність чисельного розрахунку (методом прогнозу та за даними розвідки) відсутня.

Як наслідок, чисельні розрахунки методом прогнозу та за даними розвідки необхідно вивчати, проводити та оцінювати їхню достовірність.

Формування цілей статті: 1. Розробити методику оцінки радіаційної обстановки при аваріях на АЕС методом прогнозу.

2. Розробити методику оцінки радіаційної обстановки при аваріях на АЕС за даними розвідки.

3. Провести чисельний розрахунок оцінки

радіаційної обстановки при аваріях на АЕС двома способами та оцінити достовірності методик.

Викладення основного матеріалу. До потенційно небезпечних об'єктів з ядерними компонентами відносять атомні електростанції, підприємства ядерного паливного циклу, транспорт з ядерним паливом та опроміненими тепловиділяючими елементами, а також ядерні боеприпаси. Основу АЕС як радіаційно-небезпечних об'єктів складають ядерні реактори.

Ядерні реактори – це пристрої, які призначені для здійснення керованої ланцюгової реакції ділення ядер атомів урану та плутонію з метою отримання енергії, що йде на виробництво електроенергії або тепла.

В Україні, існують АЕС з двома типами реакторів:

- РБМК – “реактор большой мощности канальный”;

- ВВЕР – “водо-водяной энергетический реактор”.

Ядерні реактори це потужні джерела штучних радіоактивних ізотопів хімічних елементів. Характерними з них є Sr – 89 та Sr – 90; I – 131 та I – 133; Cs – 134 та Cs – 137, а також Pu – 239.

Руйнування ядерного реактора на атомних електростанціях призводить до виникнення двох уражаючих факторів:

- радіоактивної хмари, яка формується при миттєвому викиді радіоактивних речовин (РР) у продовж тривалого часу;

- тривалого радіоактивного забруднення місцевості.

У зв'язку з цим, загальна доза опромінення буде складатися із доз: зовнішнього опромінення від хмари та зараженої радіоактивними речовинами місцевості, внутрішнього опромінення, що потрапила в організм людини через органи дихання.

Відомо, що радіаційна обстановка може бути виявлена і оцінена двома способами [4, 5]:

- методом прогнозу;

- за даними радіаційної розвідки.

Приведемо порядок розрахунку визначення поверхневої активності радіоактивних речовин та дози опромінення, яку отримує особовий склад формувань ЦЗ за час робіт на забрудненій території методом прогнозу [5].

Вихідні дані:

- Інформація про АЕС:

- тип ЯЕР (РБМК, ВВЕР) - РБМК;

- електрична потужність ЯЕР – 1000 МВт;

- кількість аварійних ЯЕР – n=1;

- координати ЯЕР чи АЕС (АТЕЦ) – $X_{\text{АЕС}}$, $Y_{\text{АЕС}}$ (початок прямокутної системи координат

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

суміщений з центром АЕС, а вісь ОХ вибирається в напрямку вітру);

- момент часу аварії – $T_{ав}$, діб, годин = 1.12.2015 р. 12⁰⁰ годин;

- частка викинутих з ЯЕР РР - η , % = 10 % = 0,1 частина від загальної кількості.

- Метеорологічна характеристика:

- швидкість вітру на висоті 10 м - $V_{10} = 5$ м/с;

- напрямок вітру на висоті 10 м – $A^0 = 0^0$;

- стан хмарності – (відсутній, середній чи суцільний) – відсутній.

- Додаткова інформація:

- заданий момент часу, на який визначається поверхнева активність – $T_{зад}$, діб, годин = 1.12.2015 р. 14⁰⁰ годин;

- координати об'єкту – $X = 30$ км, $Y = 1$ км;

- тривалість опромінювання – $t_{опр} = 3$ години;

- захищеність людей – $K_{осл} = 2$

Розв'язок:

1. За табл. 1 визначаємо категорію стійкості атмосфери, відповідно умовам погоди і заданому часу доби – Д – нейтральна (ізотермія).

(рис. 1.) розміри зон радіоактивного забруднення для реактора РБМК – 1000, частка викиду радіоактивних речовин складає 10% – 0,1 від загальної кількості;

5. Визначаємо в якій зоні опинився особовий склад формувань ЦЗ, в нашому випадку на відстані – 30 км, середина зони А.

6. За даними табл. 4 для відповідного типу ЯЕР (РБМК) і відстані від нього до об'єкту (X) – 30 км визначаємо прогнозовану потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 1 годину після аварії:

$$P_{прог.} = 0,546 \text{ рад/год.}$$

7. За табл. 5 визначаємо коефіцієнт (K_y), враховуючий зміни потужності дози в поперечному розрізі сліду відповідно координати ($Y = 1$ км); $K_y = 0,75$.

8. Розраховуємо приведені значення заданого часу (час, що пройшов після аварії – $t_{зад}$): $t_{зад} = T_{зад} - T_{ав}$, де $T_{зад}$ – заданий момент часу, на який визначається поверхнева активність;

Таблиця 1.

Швидкість вітру на висоті 10м, м/с	Категорії стійкості атмосфери				
	Час доби				
	день			ніч	
	Наявність хмарності				
	Відсутня	Середня	Суцільна	Відсутня	Суцільна
$3 < V_{10} < 5$	Д	Д	Д	Д	Ф

Таблиця 2.

Категорія стійкості атмосфери	Середня швидкість вітру (V_c) м/с					
	Швидкість вітру на висоті 10м (V_{10}), м/с					
	менше 2	2	3	4	5	більше 6
Д	--	--	5	5	5	10

Д – нейтральна (ізотермія)

2. За табл. 2 визначаємо середню швидкість вітру у шарі атмосфери розповсюдження радіоактивної хмари – 5 м/с.

3. На карті визначаємо положення аварійного ЯЕР, і відповідно з заданим напрямком вітру $A^0 - 0^0$, наносимо вісь (чорним кольором), відповідно до масштабу карти (рис. 1.).

$M = 272 - 14$ (км);

$A = 60 - 2,45$ (км);

$B = 11 - 0,32$ (км);

$V = -$;

$\Gamma = -$.

4. За даними табл. 3 наносимо на карту (у вигляді правильних еліпсів)

$T_{ав}$ - момент часу аварії.

$$t_{зад} = 14^{00} - 12^{00} = 2 \text{ години.}$$

9. За табл. 6 визначаємо t_j – час початку формування сліду після аварії; $t_j = 1,5$ години.

10. Зрівнюємо заданий приведений час і час формування:

- якщо $t_{зад} \leq t_j$, то $As \text{ Кu/m}^2 = 0$, $D \text{ рад} = 0$;

- якщо приведений заданий час $t_{зад} > t_j$ за табл. 7 визначаємо K_t – коефіцієнт, враховуючий спад потужності дози випромінювання в часі, в нашому випадку на 2 години. $K_t = 0,83$.

11. Визначаємо прогнозовану потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 2 годину після аварії:

$$P_2 = P_{прог.} \cdot K_t, \text{ де}$$

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

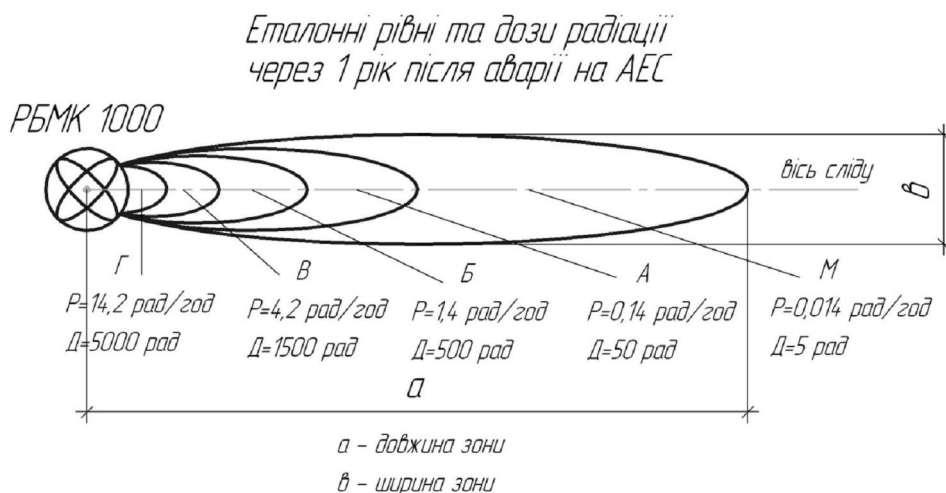


Рис. 1. Нанесення зон радіоактивного забруднення при аварії на АЕС

Таблиця 3.
Розміри прогнозуємих зон радіоактивного забруднення місцевості на сліді хмари при аваріях на АЕС

Вихід активності %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК –1000			ВВЕР—1000		
		Довжина км	Ширина км	Площа км	Довжина км	Ширина км	Площа км
Категорія стійкості Д, швидкість вітру 5 м/с							
10	М	272	14	3080	110	5,33	440
10	А	60	2,45	115	19	0,58	8,75
10	Б	11	0,32	3,02	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--
10	Г	--	--	--	--	--	--

Таблиця 4.

Потужність дози випромінювання на осі сліду, рад/год (реактор РБМК – 1000, вихід радіоактивних продуктів 10%, ЧАС – 1 година після зупинки реактоа)

Відстань АЕС, км	від	Категорія стійкості атмосфери				
		А	Д		F	
		Середня швидкість вітру м/с				
		2	5	10	5	10
30		0,122	0,546	0,355	0,303	0,212

Таблиця 5.

Коефіцієнт K_y для визначення потужності дози опроміювання у бік від вісі сліду. Категорія стійкості атмосфери Д

X, км	Значення координати Y, км										
	0,5	1	2	4	5	6	10	20	30	40	50
30	0,93	0,75	0,31	0,01	-	-	-				

$P_{\text{прог}}$ – прогнозуєма потужність дози випромінювання на 1 годину після аварії рад/год;

K_t – коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення на 2 годину після аварії.

$P_2 = 0,546 \text{ рад/год} \cdot 0,83 = 0,453 \text{ рад/год}.$

12. Розраховуємо K_w – коефіцієнт, враховуючий електричну потужність ЯЕР (W) і частку PP, викинутих з ЯЕР при аварії (η):

$K_w = 10^{-4} \cdot \eta \cdot W \cdot h,$ де

η – кількість аварійних ЯЕР;

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Таблиця 6.

Відстань до АЕС, км	Час початку формування сліду (t_f) після аварії на АЕС, годин				
	Категорія стійкості атмосфери				
	A	Д		F	
	Середня швидкість вітру, м/с				
	2	5	10	5	10
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8

Таблиця 7.

Коефіцієнт K_t для розрахунку потужності дози випромінювання на різний час після руйнування АЕС. Реактор типу РБМК

Час виміру потужності дози випромінювання, години	Год	Час після аварії, на який перераховується потужність дози випромінювання										
		Години						Доби				
		1	2	3	5	6	12	18	1	2	10	30
1.00	1.00	1,00	0,83	0,75	0,64	0,61	0,48	0,42	0,37	0,28	0,13	0,07
2.00	1,19	1,00	0,89	0,76	0,72	0,57	0,50	0,45	0,34	0,16	0,09	

Таблиця 8.

Коефіцієнт $K_{забр}$ для визначення поверхневої активності (щільності забруднення, $Kи/м^2$) на сліді хмари

Час, який пройшов після вибуху	$K_{забр}$	Години		Доби		Місяці		
		1	2	1	15	1	6	12
		0,11	0,13	0,14	0,17	0,19	0,27	0,33

W – електрична потужність ЯЕР;

η – частка викинутих з ЯЕР РР.

$$K_w = 10^{-4} \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 0,1 = 0,01.$$

13. За табл. 8 для заданого часу 2 години визначаємо $K_{забр}$ – коефіцієнт для отримання даних поверхневої активності на сліді радіоактивної хмари: $K_{забр} = 0,13$.

14. Визначаємо поверхневу активність (щільність забруднення) РР на 2 годину після аварії $As, Kи/м^2$:

$$As = P_2 \cdot K_y \cdot K_1 \cdot K_w \cdot K_{забр}$$

$$As = 0,453 \cdot 0,75 \cdot 0,83 \cdot 0,01 \cdot 0,13 = 0,000367 Kи/м^2.$$

15. За табл. 9 визначаємо $D_{зони}$ – прогнозовану дозу опромінення рад, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ.

В середині зони А при відкритому розташуванні на 2 годину після аварії, якщо час перебування на забрудненій території 3 години:

$$D_{зони} = 0,97 \text{ рад.}$$

16. Доза яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за час перебування $t_{опр}$ – 3 години в забрудненому районі, буде дорівнювати:

$$D = (D_{зони} \cdot K_{зони}) / K_{осл}, \text{ де}$$

$D_{зони}$ – доза опромінення яку отримає особовий склад формувань ЦЗ при умові відкритого розміщення в середині зони рад;

$K_{зони}$ – коефіцієнт зони примітка табл. 9;

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення за умовою задачі.

$$D = (0,97 \cdot 1) / 2 = 0,485 \text{ рад.}$$

Оцінка радіаційної обстановки при аваріях на АЕС за даними розвідки. Приведемо порядок розрахунку потужності дози опромінення на заданий час після моменту аварії на АЕС та визначення місцезнаходження особового складу ЦЗ за даними розвідки [5].

Вихідні дані:

- Інформація про АЕС:

- тип ЯЕР (РБМК, ВВЕР) – РБМК;

- момент часу аварії – $T_{ав}$, діб, годин = 1.12.2015 р. 12⁰⁰ годин;

- момент часу виміру потужності випромінювання – $T_{вим}$ діб, год = 1.12.2015 р. 14⁰⁰ годин;

- дані розвідки і виміряне значення потужності $P_{вим} = 3.32 \text{ рад/год.}$

- Додаткова інформація:

- заданий момент часу, на який визначається потужність дози випромінювання, – $T_{зад}$, год = 1.12.2015 р. 17⁰⁰ годин.

Розв'язок:

1. Розраховуємо $t_{вим}$ – приведений час, коли виміряна потужність дози випромінювання після аварії на АЕС (час, який пройшов після аварії на АЕС):

$$t_{вим} = T_{вим} - T_{ав}, \text{ де}$$

$T_{вим}$ – момент часу виміру потужності випромінювання год.;

**МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Таблиця 9.

Дози опромінення, які отримують люди при відкритому розміщенні в середині зони забруднення рад.

Час початку опромінення після аварії	Тривалість перебування у зоні забруднення											
	Години					Доби				Місяці		
	1	3	7	12	18	1	3	5	10	1	6	12
Години	Зона А											
2	0,35	0,97	1,02	3,13	4,28	6,32	11,5	16,1	24,8	46,7	115	158

Примітка:
 1. Дози опромінення на внутрішній зоні приблизно у 3,2 рази більші наведених у таблиці, а на зовнішній у 3,2 рази менші наведених у таблиці.
 2. Для визначення за допомогою таблиці часу початку (тп) або тривалості перебування (Т) в зоні необхідно задану дозу опромінення поділити на 3,2 – при перебуванні людей на внутрішній межі зони, або перемножити на 3,2 – при перебуванні людей на зовнішній межі зони.

Таблиця 10.

Середні значення потужності дози випромінювання на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення місцевості, рад/год.

Час виміру D після аварії	Зони радіоактивного забруднення				
	М	А	Б	В	Г
Години					
1	2	3	4	5	6
2	0,011	0,12	1,19	3,6	11,9

$T_{ав}$ – момент часу аварії.

$$t_{вим} = 14^{00} - 12^{00} = 2 \text{ години.}$$

2. Розраховуємо $t_{зад}$ – приведені значення заданого часу, на який необхідно знати потужність дози опромінення:

$$t_{зад} = T_{зад} - T_{ав}, \text{ де}$$

$T_{зад}$ – заданий момент часу, на який визначається потужність дози випромінювання;

$T_{ав}$ – момент часу аварії.

$$t_{зад} = 17^{00} - 12^{00} = 5 \text{ годин.}$$

- якщо $t_{зад} \leq 0$, тобто час, на який визначається потужність дози опромінення, заданий до моменту аварії, $P = 0$;

- якщо приведений заданий час $t_{зад} > 0$ за табл. 7 визначаємо K_t – коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення, в нашому випадку на 5 годину після аварії:

$$K_t = 0,76.$$

3. Визначаємо потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 5 годину після аварії:

$$P_5 = P_{вим} \cdot K_t, \text{ де}$$

$P_{вим}$ – виміряне значення потужності рад/год.;

K_t – коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення на 5 годину після аварії.

$$P_5 = 3,32 \cdot 0,76 = 2,52 \text{ рад/год.}$$

4. За табл. 10 знаходимо потужності доз випромінювання на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення місцевості на 2 годину після аварії на АЕС:

5. Порівнюємо виміряне значення дози випромінювання $P_{вим}$ на 2 годину після аварії на АЕС із знайденими значеннями за табл. 10 потужностей доз на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення знаходимо місцезнаходження особового складу ЦЗ:

$P_{вим} = 3,32 \text{ рад/год.}$ $N \approx 3,6 \text{ рад/год.}$, тобто місцезнаходження особового складу ЦЗ на зовнішній межі зони В.

Висновок. Запропонована методика оцінки радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу та за даними розвідки. Вона призначена для швидкого прогнозування ступеню та масштабу радіаційної небезпеки. Сприяє оперативному рішенню завдань в екстремальних умовах. Показана послідовність проведення чисельних розрахунків оцінки радіаційної обстановки після аварії на АЕС двома способами, що сприяє набуттю практичних навиків і вмінь для рішення задач з іншими вихідними даними та додатковою інформацією.

Перспективи подальших досліджень. Провести аналогічні розрахунки для типу реактора ВВЕР та порівняти отримані результати з результатами проведеними для типу реактора РБМК.

1. Белозеров Я.Е. Внимание! Радиоактивное заражение! / Я.Е. Белозеров, Ю.К. Несытов. – М.: Воениздат, 1982. – 96 с.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

2. Егоров П.Т. Гражданская оборона / П.Т. Егоров, И.А. Шляхов, Н.И. Алабин. – М.: Высшая школа, 1977. – 303 с.

3. Колпаков П.Е. Основы ядерной физики: утв. М-вом просвещения РСФСР в качестве учеб. пособ. для пед. ин-тов / П.Е. Колпаков. – М.: Просвещение, 1969. – 399, [1] с.

4. Мельник О.В. Цивільний захист: навчальний

посібник / О.В. Мельник. – Бровари: ТОВ “АНФ ГРУП”, 2014. – 232 с.

5. Стеблюк М.І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – К.: Знання, 2006. – 487 с.

6. Шоботов В.М. Цивільна оборона: навч. посібник: рек. МОН України як навч. посіб. для студентів ВНЗ / В.М. Шоботов; МОН України, Приазовський ДГУ. – Вид. 2-ге, перероб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 436 с.

Стаття надійшла до редакції 18.10.2016

УДК 371.134:373

Марина Хроленко, кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри теорії і методики викладання природничих дисциплін
Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

У статті розглядаються психолого-педагогічні основи формування екологічної свідомості студентів педагогічних вузів. Пропонується 4-х компонентна структура екологічної свідомості. Розкриваються взаємозв'язки і особливості формування її компонентів.

Ключові слова: екологічна свідомість, структура екологічної свідомості, компоненти екологічної свідомості.

Літ. 7.

Марина Хроленко, кандидат педагогических наук,
доцент кафедры теории и методики преподавания природоведческих дисциплин
Глуховского национального педагогического университета имени Александра Довженко

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

В статье рассматриваются психолого-педагогические основы формирования экологического сознания студентов педагогических вузов. Предлагается 4-х компонентная структура экологического сознания. Раскрываются взаимосвязи и особенности формирования её компонентов.

Ключевые слова: экологическое сознание, структура экологического сознания, компоненты экологического сознания.

**Maryna Khrolenko, Ph. D. (Pedagogy), Associate Professor of the Theory and Method of Teaching of
Natural Sciences Department
Hlukhiv Olexander Dovzhenko National Pedagogical University**

THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS OF STUDENTS OF HIGHER PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

The article deals with the psychological and pedagogical foundations of environmental awareness of students of pedagogical universities. The 4-piece structure of ecological consciousness is proposed. The relationships and the features of formation of its components are disclosed.

Keywords: the ecological consciousness, the structure of ecological consciousness, the components of ecological consciousness.

Постановка проблеми в загальному вигляді. У системі професійної підготовки майбутніх вчителів екологічна освіта набуває важливого значення, основною метою якої є формування екологічної культури, свідомості особистості як форм регуляції її взаємодії з природою. З усвідомленням того, що основною причиною екологічних проблем є людина, суспільство, стає зрозумілою важливість екологічного аспекту у вищій школі та, зокрема,

формування екологічної свідомості майбутніх вчителів, оскільки саме вони закладатимуть фундамент відношення до природи найбільш широкого соціального прошарку молоді – учнів навчальних закладів, відповідальних громадян нашого суспільства. Саме він, учитель, стає тією суспільною силою, яка в змозі вплинути на ситуацію. Тому формування екологічної свідомості студентів педагогічних ВНЗ у сучасних умовах набуває важливого суспільного значення [1, 43].