

УДК 658.5

В.Р. Сердюк, О.Г. Лялюк. Організаційно-технологічне забезпечення зниження радіаційної небезпеки в будівництві/ Навчальний посібник. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 74 с, укр. мовою.

Викладені сучасні проблеми оцінки радіаційної небезпеки в будівництві. Розкриваються питання радононебезпеки на об'єктах житлово-цивільного й промислового призначення. Розглянуті організаційно-технологічні заходи по зниженню радіаційної небезпеки та оцінка ефективності їх впровадження.

Бібліогр. 30 назв, іл. 10

Рецензенти: М.Ф. Друкований, д.т.н.
А.Ф. Пономарчук, д.т.н.
І.М. Півошенко, к.геогр.н.

ЗМІСТ

Передмова

1. Оцінка радіаційної небезпеки в будівництві
 - 1.1. Характеристика радіаційного забруднення і основні радіологічні величини
 - 1.2. Радіаційний контроль будівельних матеріалів
 - 1.3. Радононебезпека об'єктів житлово-цивільного й промислового призначення
 - 1.4. Оцінка потужності дози гамма-випромінювання
 - 1.5. Опромінення населення за рахунок наслідків від аварії на ЧАЕС
2. Особливості радіаційною фактору при будівництві і здачі в експлуатацію об'єктів житлово-цивільного й промислового призначення
 - 2.1. Державне регулювання прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів
 - 2.2. Моніторинг радіаційного фактору
 - 2.3. Фактори, що впливають на прийняття рішення по зменшенню радононебезпеки
3. Організація захисту від радіаційної небезпеки в будівництві
 - 3.1. Управління радіаційним станом будівельного об'єкту
 - 3.2. Методи та заходи по зменшенню радононебезпеки
 - 3.3. Оцінка ефективності впровадження організаційно-технологічних протирадіаційних заходів

Література

Передмова

Управління станом радіаційної небезпеки є функціональний фактор виробничої діяльності. Цей процес містить такі взаємопов'язані формалізовані блоки: моніторинг радіаційної небезпеки; підготовка та напруцювання організаційно-технологічних рішень й рішень управління; реалізація організаційно-технологічних рішень в процесі проектування, будівництва й експлуатації житлово-цивільних й промислових приміщень.

Енергія, яку випромінюють радіоактивні речовини, поглинає навколишнє середовище, в якому знаходиться людина. В результаті дії радіонуклідів на організм людини в тканинах виникають складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. В залежності від дози іонізуючого випромінювання та терміну п дії на організм людини наслідки можуть бути позитивні або негативні. З метою зменшення ризику для здоров'я людини важливе значення має визначення величини всіх можливих джерел випромінювання та їх відносний внесок у сумарну дозу опромінення населення. Радіаційний фактор будівлі^ де людина знаходиться 70...80% свого жигтя, є одним із основних і найбільш значимих.

Аварія на Чорнобильській АЕС загостила увагу населення і фахівців на таку фізичну властивість будівельних матеріалів, як радіоактивність. Радіоактивність будівельних матеріалів викликана природними радіонуклідами сімейства урану-238, торію-232 і калію-40. Вони присутні практично в усіх гірничих породах та золошлакових відходах, які використовуються як мінеральна сировина в будівельній індустрії. Із земної кори разом з породою щорічно виймається калію-40 біля $659 \cdot 10^1$, урану-238 понад $333 \cdot 10^4$ і торію-232 біля $55,5 \cdot 10^4$ ГБк. В зв'язку з цим підприємства, що виготовляють або відпускають будівельні матеріали чи вироби, повинні оцінювати їх радіаційну активність та мати сертифікат радіаційної якості. Відповідно до сертифіката радіаційної якості будівельні матеріали і вироби можуть використовуватись без обмеження для будівництва відповідних будівель і споруд, де присутність людей нетривала.

Результати досліджень свідчать про суттєве радіаційне опромінення населення України за рахунок радонової складової. Доля радонової складової становить 78% від суми всіх природних радіоактивних джерел. Це значно перевищує дозу опромінення населення внаслідок Чорнобильської катастрофи. Таке значення опромінення за рахунок радонової складової зумовлено тим, що більша частина території нашої держави розміщена на українському кристалічному щиті, де знаходяться гірські породи з висо-

кою концентрацією радіонуклідів. З цих шарів радон-222 постійно надходить у атмосферу, підвали приміщень та перші поверхи.

Рівень концентрації радону-222 в будівлях житлово-цивільного та промислового призначення перевищує допустимі норми. Величина ймовірних смертельних випадків, що пов'язані з радоном-222, за даними Наукового центру радіаційної медицини АМН України - понад 10 тисяч на рік. В межах національної проблеми по зменшенню доз опромінення від природної радіоактивності важливе значення має розробка комплексної програми по зменшенню радононебезпеки ддя населених пунктів, які розміщені на радононебезпечних територіях.

Проблема якісної практичної підготовки фахівців для будівельної галузі знаходиться в тісному взаємозв'язку з отриманням ними знань з раціонального природокористування та організаційно-технологічного забезпечення зниження радіаційної небезпеки в будівництві. Вирішення цієї задачі вимагає відповідного методичного забезпечення навчального процесу, яке б дозволяло отримувати навички і уміння проектувати, будувати і експлуатувати будівлі з урахуванням радіаційного фактору.

В навчальному посібнику наведені вимоги нормативних актів, що регламентують правила зниження рівнів іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. В сконцентрованому вигляді викладені основні положення оцінки радіаційної небезпеки та особливості радіаційного фактору при будівництві і здачі житла в експлуатацію. При викладенні матеріалу навчального посібника використані результати наукових досліджень авторів з питань моніторингу радононебезпеки та оптимізації організаційно-технологічних заходів з метою зниження радіаційної небезпеки в будівництві та інші відкриті джерела наукових знань.

Матеріал посібника враховує специфіку програм дисциплін, що вивчаються при підготовці спеціалістів з менеджменту організацій будівництва, промислового та цивільного будівництва, теплогазопостачання і вентиляції. Посібник призначений для активізації самостійної роботи студентів, а тому супроводжується прикладами з метою роз'яснення суті питань, що розглядаються.

Автори щиро вдячні рецензентам за поради та зауваження, врахування яких сприяло покращенню змісту даного навчального посібника, а також інженеру обчислювального центру факультету Франишиній Т.О. за верстку й комп'ютерний набір.

1 ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ В БУДІВНИЦТВІ

1.1. Характеристика радіаційного забруднення і основні радіологічні величини

будівництво житлових і громадських будівель повинно здійснюватись у відповідності із санітарно-гігієнічними і радіологічними вимогами і з врахуванням наслідків радіоактивного забруднення внаслідок катастрофи на Чорнобильській ЛЕС (ЧАЕС). Радіоекологічний паспорт території розробляється згідно і санітарно-гігієнічними та радіологічними нормами. Кожне підприємство повинно мати документацію від Міністерства геології України про якість характеристики корисних копалин за розділом "Радіаційна небезпека під час оцінки гірських порід" [1,6,8].

У відповідності і діючим законодавством з врахуванням наслідків аварії на ЧЛЕС в Україні виділені такі зони (табл. 1.1):

- зона відчуження - це територія, з якої проведена евакуація населення у 1986 р.;
- зона безумовного (обов'язкового) відселення;
- зона гарантованого добровільного відселення;
- зона посиленого радіоекологічного контролю.

В зоні безумовного (обов'язкового) відселення забороняються всі види господарської діяльності, постійне проживання населення, будівництво без спеціального дозволу. В зоні гарантованого добровільного відселення забороняється будівництво, розширення діючих підприємств, обмежується сільськогосподарське виробництво, житлове і цивільне будівництво. Із зони посиленого радіологічного контролю обмежується нове житлове будівництво і забороняється будівництво санаторіїв, таборів, баз і будинків відпочинку і екологічно небезпечних підприємств.

Ефективна питома активність природних радіонуклідів в будівельних матеріалах для будівництва доріг у межах території населених пунктів і зон перспективної забудови не повинна перебільшувати 740 Іж/кі

Інтенсивність розпаду різних радіоактивних елементів неоднакова. Тривалість життя радіоактивних нуклідів характеризується так званими радіоактивними постійними (X) і періодами піврозпаду (T^{1/2}). Періоди піврозпаду різних нуклідів коливаються від 10⁶ сек до 10¹⁰ років.

Середня тривалість існування (T^{ср}) нукліда зв'язана з постійною розпаду і є її зворотною величиною.

$$T_{ср} = 1/X = T^{1/2}/0,693 = 1.443 \cdot T^{1/2} \quad (1.1)$$

Одиницею активності радіоактивної речовини є беккерель (Бк) - ак

тивність нукліда в радіоактивному джерелі, в якому за одну секунду має місце один розпад.

Таблиця 1.1

Рівень забруднення ґрунтів в зонах

Вид зони	Щільність забруднення ґрунту		
	Щільність забруднення ґрунтів, які сприяють міграції радіонуклідів в рослини, Кл/км ²		
	цезій	стронцій	плутоній
Безумовного (обов'язкового) відселення	> 15	> 3	> 0,1
Гарантованого добровільного відселення	5...15	0Д5...3	0,01...0,1
Посиленого радіоекологічного контролю	1 ... 5	0,02 ... 0,15	0,005 ... 0,01
	0,2 ... 1		

Беккерель - відносно мала величина. На практиці використовують десяткові множники і приставки (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Множники і приставки

Множник	Приставки		Множник	Приставки	
	назва	позначка		назва	позначка
10 ¹⁵	пета	П	IV	міллі	м
10 ¹²	тера	Т	10 ⁶	мікро	мк
10 ⁹	гіга	Г	10 ⁹	наш	н
10 ⁶	мега	М	10 ⁴²	піко	п
10 ³	кіло	К	10 ¹⁵	фемто	ф

Одиниця активності нукліда - кюрі (Ки) використовувалась раніше і відповідає 3.7·10¹⁰ розпадів в секунду в 1 г радію. Співвідношення між системною одиницею беккерелем і позасистемною кюрі таке:

$$1 \text{ Ки} - 10^3 \text{ мКи} - 10^6 \text{ мкКи} - 37 \text{ ГБк} - 37 \cdot 10^9 \text{ Бк}$$

$$1 \text{ мКи} = 10^3 \text{ мкКи} = 37 \text{ МБк} = 37 \cdot 10^6 \text{ Бк}$$

$$1 \text{ мкКи} = 37 \text{ кБк} = 37 \cdot 10^3 \text{ Бк}$$

$$1 \text{ нКи} = 37 \text{ Бк}$$

Питома активність - це активність, яка приходить на одиницю маси або об'єму речовини. Питома активність вимірюється в: Бк/кг, Бк/г, Бк/мл, МБк/кг, МБк/л іт.п.

Поглинена доза випромінювання є основною характеристикою випромінювання, що враховує його дію на речовину. Це енергія випромінювання, поглинена одиницею маси речовини протягом часу випромінювання. За одиницю поглиненої дози випромінювання в системі СІ приймають грей (Гр) - поглинена доза іонізуючого випромінювання, при якому речовині масою 1 кг передається енергія іонізуючого випромінювання 1 Дж.

Використовують також позасистемну одиницю - рад. Рад - поглинена доза іонізуючого випромінювання, при якій 1 кг опроміненої речовини поглинає енергію 0,01 Дж (1 рад = 0,01 Гр).

Безпосереднє вимірювання поглиненої дози випромінювання в живому організмі є відносно трудомісткою задачею. Для кількісної характеристики квантового випромінювання запроваджена величина, яка називається експозиційною дозою.

Експозиційною дозою є доза, поглинена в повітрі в аналогічних умовах випромінювання. Експозиційну дозу визначають за іонізуючою дією в повітрі. З урахуванням величини експозиційної дози і спеціальних коефіцієнтів розраховують поглинену дозу.

За одиницю експозиційної дози в СІ прийнято кулон на кг (Кл/кг) - експозиційна доза рентгенівського і гамма-випромінювання, при якій сполучена корпускулярна емісія в сухому атмосферному повітрі масою 1 кг створює іони, які несуть електричний заряд кожного знаку, рівний 1 Кл.

Позасистемною одиницею експозиційної дози є рентген (Р) - експозиційна доза випромінювання, при якій сполучена з рентгенівським або гамма-випромінюванням корпускулярна емісія створює на 0,001293 г (1 см³) повітря іони, які несуть заряд в одну електростатичну одиницю кількості електричних зарядів кожного знаку.

За одиницю потужності поглиненої дози в СІ прийнято грей в секунду (Гр/с), а потужність експозиційної дози вимірюється в амперах на кг (А/кг). Одиниці Р/г, Р/хв, Р/с, мР/с, мкР/с є позасистемними.

Серед основних одиниць СІ радіології використовують епонімичні одиниці: грей - для поглиненої дози випромінювання; зіверт - для еквівалентної дози випромінювання. Відповідно до визначення, одиниці грей

(Гр) і зіверт (Зв) відповідають поглиненій одиниці енергії в одиниці маси речовини, тому

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} \quad \text{і} \quad 1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Таким чином, зіверт - поглинена доза будь-якого виду іонізуючого випромінювання, яка має таку ж саму біологічну ефективність, як 1 Дж/кг (Гр) квантового випромінювання

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр/к} = 1 \text{ Дж/кг/к}$$

В таблиці 1.3 наведені довідкові дані для переходу від позасистемних одиниць до Міжнародної системи (СІ) [9].

Таблиця 1.3

Основні радіологічні величини і їх одиниці

Величина	Одиниця, її назва і позначення		Співвідношення між позасистемною одиницею і одиницею СІ
	позасистемна	СІ	
Активність нукліда в радіоактивному джерелі	кюри (Ки)	беккерель (Бк)	1 Ки = 3,710 ¹⁰ Бк
Експозиційна доза випромінювання	рентген (Р)	кулон на кг (Кл/кг)	1 Р = 2,58·10 ⁻⁴ Кл/кг
Поглинена доза випромінювання	рад	грей (Гр)	1 рад = 0,01 Гр
Еквівалентна доза випромінювання	бер	зіверт (Зв)	1 бер = 0,01 Зв
Потужність експозиційної дози випромінювання	рентген в сек (Р/с)	ампер на кг (А/кг)	1 Р/с = 2,5840 ⁻⁴ А/кг
Потужність поглиненої дози випромінювання	рад в сек (рад/с)	грей в сек (Гр/с)	1 рад/с = 0,01 Гр/с
Потужність еквівалентної дози випромінювання	бер в сек (бер/с)	зіверт з сек (Зв/с)	1 бер = 0,01 Зв/с
Інтегральна доза випромінювання	рад-грам (рад-г)	грей-кг (Гр-кг, Дж)	1 рад-г = 10 ⁻⁵ Гр кг = 10 ⁻⁵ Дж

12. Радіаційний контроль будівельних матеріалів

З 1 січня 1992 року в Україні вперше введені в дію Державні будівельні норми РБН 356-91 "Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва та підприємствах будівельної індустрії і будівельних матеріалів України"[23]. Відповідно до вимог РБН 356-91 передбачається оцінка радіоактивності будівельних матеріалів, радононебезпеки приміщень будинків, які здаються в експлуатацію, а також оцінка дози гамма-випромінювання всередині приміщень нового й існуючого житла та інших виробничих приміщень.

В останні роки особливий інтерес у населення країни викликає таке явище, як радіоактивність. Аварія на Чорнобильській АЕС загострила увагу людей до цієї проблеми. При цьому сильно позначається відсутність необхідної інформації, а дуже часто і некомпетентність осіб, що формують громадську свідомість в пресі з цих питань. Це привело до крайності - консервації будівництва атомних електростанцій, що згодом відновлюється, але вже з більшими капіталовкладеннями. За останньою оцінкою МАГАТЕ у 2000 році сумарна потужність АЕС буде становити 720-950 ГВт (1984 році вона становила 220 ГВт), тобто через кожні 5 років вона буде приблизно подвоюватись, тому що поки немає альтернативи атомній енергетиці.

Будівельні матеріали виготовляються з природної сировини, яка містить у своєму складі природні радіонукліди (радій-226, торій-232, калій-40), які і є джерелом зовнішнього гамма-випромінювання в будинках [2]. Крім того, при розпаді радію-226 виділяється радіоактивний газ, який надходить у повітря приміщень. За розрахунками фахівців сумарно цих два джерела вносять до 80% в загальну дозу опромінення населення.

Величина сумарної питомої активності природних радіонуклідів (ПРН) в будівельних матеріалах визначається як зважена сума питомої активності радію-226, торію-232, калію-40 і оцінюється в одиницях беккерель на кілограм (Бк/кг).

Радіоактивні елементи (природні радіонукліди) розпадаються з швидкістю, характерною для кожного елемента. Цей процес не можна зупинити або прискорити тим чи іншим чином. На відмінність від α і β (3-випромінювання особливо небезпечним є γ -випромінювання. Це короткохвильове електромагнітне випромінювання за властивостями близьке до рентгенівського, але має значно більшу енергію.

Здатність іонізуючого випромінювання проникати через матеріали різноманітної товщини, іонізувати повітря і клітини живого організму є

надзвичайно небезпечною і заслуговує пильної уваги. Поглинена енергія випромінювання 5 Гр (грей) або 5 Дж/кг рівнозначна тепловій енергії, яка міститься в склянці гарячого чаю, і є смертельною дозою для ссавців. Ніякий інший вид енергії (теплової, електричної і т.д.), поглинений біологічним суб'єктом в тій же кількості, не приводить до таких змін, які зумовлює іонізуюче випромінювання.

В результаті іонізації молекул води, які знаходяться в біологічній тканині людини, створюються вільні радикали водню і гідроксиду в присутності кисню, який доноситься до кожної клітини за допомогою крові, і створюються вільні радикали гідроперекису і перекису водню [27]. Останні є сильними окислювачами. Вільні радикали і окислювачі, що мають високу хімічну активність, вступають в хімічну реакцію з молекулами білків, ферментів та інших структурних елементів біологічної тканини. Це є причиною порушення життєдіяльності клітин - з'являються "мутантові" клітини, порушується робота функціональних органів людини.

Нааявність в навколишньому середовищі природних радіонуклідів визначає такий параметр, як потужність експозиційної дози (ПЕД) випромінювання на поверхні ґрунту, зовні жилих і виробничих приміщень. При середніх концентраціях радію-226, торію-232, калію-40 в ґрунті відповідно 25, 50 і 370 Бк/кг для 95% населення земної кулі, яке проживає в районах з так званим нормальним радіаційним фоном, ПЕД коливається від 3 до 7 мкР/г [4].

Мільйони тонн будівельної сировини, відходів, які містять природні радіонукліди, підвищують потужність експозиційної дози гамма-випромінювання ж зовні, так і всередині будинків і споруд. Рівні γ -фону в дерев'яних, цегляних і бетонних будинках за даними вітчизняних і зарубіжних джерел в ряді країн, знаходяться відповідно на рівні 5 - 12; 3 - 20; 3 - 35 мкР/г [22].

Серед осадових порід зустрічаються глини з високою концентрацією природних радіонуклідів, що пов'язано з геохімічними процесами їх створення. Кварцові піски виробництва каоліну (Вінницька обл.) містять підвищену кількість природних радіонуклідів. Колективні сільськогосподарські підприємства самостійно розробляють невеликі місцеві кар'єри для видобутку піску та глини. Районні санітарно-епідеміологічні станції (СЕС) за браком коштів, необхідної матеріальної бази не мають можливості провести сертифікацію цієї будівельної продукції. Вирішення цієї проблеми є надзвичайно важливим не тільки для області, а й для всієї України.

Закономірності розподілу середніх значень питомої активності радіонуклідів в породах земної кулі порушуються в окремих регіонах, що

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ

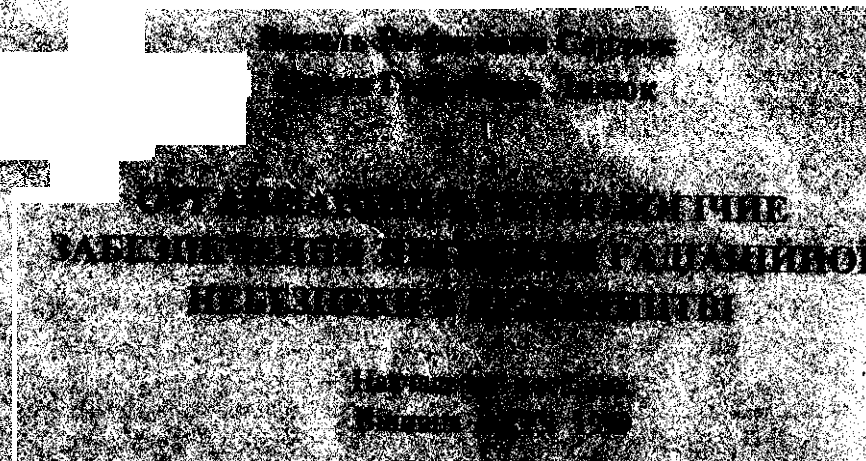
1. Суть управління радіаційним станом будівельного об'єкта.
2. Наведіть блок-схему управління радіаційним станом будівельного об'єкта.
3. Назовіть методи зниження радононебезпеки.
4. Охарактеризуйте заходи, що сприяють зменшенню іонізуючого випромінювання природними радіонуклідами.
5. Дайте характеристику організаційно-технологічним заходам по зниженню радіаційної небезпеки при розробці проектних рішень.
6. Проаналізуйте організаційно-технологічні заходи по зменшенню радононебезпеки в період експлуатації будівель.
7. Назовіть основні просвітницькі заходи серед населення з метою зниження радіаційного ризику.
8. Наведіть методику оцінки ефективності впровадження організаційно-технологічних протирадіаційних заходів.
9. Наведіть та охарактеризуйте кібернетичну модель систему організаційно-технологічних та економічних факторів, що впливають на радіаційну якість будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України "Про охорону атмосферного повітря".- К: 1992. - 8 с
2. Бронарски Л., Кравчук М. Естественная радиоактивность строительных материалов //Бетон и железобетон.- М.:Стройиздат -1990,М» 7. с. 44-4(>.
3. Броневицький С.П. Організаційно-технологічне забезпечення зниження колективної дози радіаційного випромінювання на об'єктах промислового та цивільного будівництва. Автореферат дис канд техн наук 05.02.21/К., 1996. 21 с.
4. Горський А.В., Лихтарева Т.М., Лось И П , С'абалдырь Н П Г'радиоактивність стройгельних матеріалів. К. будівельник, 1990 10 с
5. ДБИ А.31.-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів. Основні положення. К.: Держкоммістобудування України, 1994.-65 с.
6. ДБН Б.2.4.-1.94. Планування й забудова сільських поселень. К\; Держкоммістобудування України, 1994. - 91 с.
7. ДББ В. 1.4.-1.01.-97. Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. - К.: Держкоммістобудування України, 1997. - 100 с.
8. ДЕСТ 17.2.3.02-78. Охорона природи. Екологічний паспорт підприємства.- М: Видавництво стандартів. 1990. - 22 с.
9. Иванов В.И. Курс дозиметрии: Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб.и доп.-М.: Энергоатомиздат, 1988. - 400 с: ил.
10. Крисюк З.М. Радиационный фон помещений. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 120 с.
11. Курбацкий М.Н., Шеметов В.В. Определение содержания естественных радонуклидов в сырьевых материалах и керамических изделиях // Строительные материалы. - М.: Стройматериалы. 1996, № 1. - с. 26-27.
12. Лось И.П. Гигиеническая оценка дозообразующих источников ионизирующих излучений природного и техногенного происхождения и доз облучения населения Украины. Автореферат дис.докт.биол.наук 14 00.077 К, 1993. 35 с
13. Лялюк О.Г., Раїушняк Г.С. Моніторинг атмосферного повітря.- Вінниця: ВДТУ, 1998. 94 с.
14. Лялюк О.Г. Моніторинг радононебезпеки урбанізованих територій. - Вінниця: Вісник ВПІ, 1999, № 1. С. 26-29.
15. Максимов М.Т., Оджагов Г.О. Радиоактивные загрязнения и их измерения: Учеб.пособие.- 2-е изд., перераб.и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1989.-304 с.:ил.

16. Милашин В.А. Защита от облучения природными ионизирующими источниками//Промышленное и гражданское строительство.-1996,№ 7.- с. 52-53.
17. Несмеянов А.Н. Прошлое и настоящее радиохимии - Л.: Химия,1985-168 с.
18. Павленко Т.О. Наукове обґрунтування систем радіаційного захисту населення України від радону-222. Автореферат дис.канд.техн.наук: 05.26.05./К., 1996.-20 с.
19. Посібник до ДБН В.1.4-2.01-97 "Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва". - К.: 1997.-с. 100.
20. Радиация. Дозы, зффекты, риск. Перев.с англ. Ю.А. Банникова. - М.: Мир, 1988.-79 с.
21. Сельское строительство.- № 2- 1992,- с. 53.
22. Сердюк В.Р., Ноговицина Л.И. Оценка радиоактивности золошлаковых и композиционных материалов на их основе. // М.: Строительные материалы, - 1991,-№1,-с. 21-22.
23. Сердюк В.Р. Ратушняк О.Г., Наконечна О.В. Особливості радіаційного фактору в Україні. - Вінниця: Вісник ВПІ, 1995, № 2 с. 17-20.
24. Сердюк В,Р. Радіаційна небезпека для населення. - Вінниця: Континент - ПРИМ, 1997.-23 с.
- 25.Сердюк В.Р., Лялюк О.Т. Исследование закономерностей формирования радоноопасности жилых помещений. Труды международной научно-технической конференции "Проблеми строительного и дорожного комплексов", Брянск: БГИТА, 1998. с. 291-295.
26. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - М.: Стройиздат, 1987. - 66 с.
27. Холл З.Дж. Радиация и жизнь: пер.с англ; - М.: Медицина, 1989. - 256с: ил.
28. Знтони В.Неро-младший. Загрязнение воздуха в помещениях // В мире науки, 1988, № 7,-с. 6-13.
29. Касіон ІЄУЄІЗ іп а Бі§bri§e араїтєпі / Наріу ІЧааті Н. // Неаллїг РЪуз: - 1991. ~ 01, № 2 - с. 262-265.
30. Мєl§з§єг І.Е. *Кайоп ієзііпf іп Агкпазз потєз. А8НКАЕІ - 1990. - Уоі 32 - р. 38-43.

Міністерство освіти України
Вінницький державний технічний



В.О. Дружишна