

Освітні методики вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації

Кочкін Валерій Геннадійович¹

Опубліковано	Секція	УДК
30.04.2024	Педагогіка	378:621

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11549883>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація. У статті розглянуто освітні методики вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайних ситуацій. Підкреслено важливість формування у фахівців ґрунтовних знань та практичних навичок для забезпечення надійної роботи радіометричного обладнання в умовах радіаційного впливу. Представлено класифікацію освітніх методик за формою організації навчання, методами навчання, засобами навчання та формами контролю знань. Окреслено предметну область, мету та завдання вивчення впливу радіації на технічні засоби. Наголошено на необхідності комплексного підходу, поєднання теоретичної підготовки та практичних тренувань з використанням інноваційних технологій. Ефективне впровадження відповідних освітніх методик визнано обов'язковою передумовою підготовки кваліфікованих фахівців для роботи в зонах радіаційного забруднення.

Ключові слова: радіаційна розвідка, освітні методики, надзвичайні ситуації, радіометричне обладнання, вплив радіації.

Educational methods of studying the influence of radiation on technical means of radiation reconnaissance in emergency zones

Abstract. Radiation reconnaissance in emergency zones is a crucial element in ensuring safety and minimizing risks for people and the environment. A comprehensive set of measures aimed at detecting, identifying, and assessing levels of radiation contamination includes the investigation of specific areas affected by radiation due to nuclear power plant accidents, radioactive emissions, or other emergencies.

The primary tasks of radiation reconnaissance involve timely detection of radiation threats, determining their scale and nature, and monitoring the dynamics of radiation background changes. These tasks are performed using special technical means such as dosimeters, spectrometers, radiometers, and other devices that allow for accurate measurement of radiation levels and identification of radioactive isotopes that are sources of contamination.

An essential aspect of radiation reconnaissance is the training and education of specialists who perform these tasks. Specialists must possess not only technical knowledge regarding the

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4483-2565>

operation of measuring instruments but also understand the biological consequences of radiation exposure and adhere to safety protocols. Their activities significantly determine the success and effectiveness of measures to mitigate the consequences of radiation incidents and protect the population.

The article examines educational methodologies for studying the impact of radiation on technical means of radiation reconnaissance in emergency zones. It emphasizes the importance of providing specialists with thorough knowledge and practical skills to ensure the reliable operation of radiometric equipment under radiation exposure conditions. A classification of educational methodologies is presented based on the form of training organization, teaching methods, learning tools, and forms of knowledge assessment. The subject area, purpose, and tasks of studying the impact of radiation on technical means are outlined. The need for a comprehensive approach, combining theoretical training and practical exercises using innovative technologies, is highlighted. Effective implementation of relevant educational methodologies is recognized as an essential prerequisite for preparing qualified specialists to work in radiation-contaminated areas.

Keywords: radiation reconnaissance, educational methodologies, emergency situations, radiometric equipment, radiation impact.

Вступ

Радіаційна розвідка в зонах надзвичайної ситуації є важливим елементом забезпечення безпеки та мінімізації ризиків для людей і навколишнього середовища. Комплекс заходів, спрямованих на виявлення, ідентифікацію та оцінку рівнів радіаційного забруднення, включає дослідження конкретних районів, які піддалися впливу радіації через аварії на атомних електростанціях, радіоактивні викиди чи інші надзвичайні події.

Основними завданнями радіаційної розвідки є своєчасне виявлення радіаційних загроз, визначення їх масштабу та характеру, а також моніторинг динаміки змін радіаційного фону. Такі завдання виконуються за допомогою спеціальних технічних засобів, таких як дозиметри, спектрометри, радіометри та інші пристрої, які дозволяють точно вимірювати рівні радіації і визначати радіоактивні ізотопи, що є джерелами забруднення.

Радіаційна розвідка проводиться як у наземних, так і у повітряних умовах із використанням спеціалізованих транспортних засобів, включаючи автомобілі, гелікоптери та безпілотні літальні апарати. Використання таких засобів забезпечує охоплення великої території і дозволяє оперативно реагувати на зміни ситуації. Дані, отримані під час розвідки, використовуються для створення радіаційних карт, які відображають рівні забруднення в різних зонах, що, у свою чергу, є основою для прийняття рішень щодо евакуації, дезактивації та інших заходів реагування.

Важливим аспектом радіаційної розвідки є підготовка і навчання фахівців, які виконують ці завдання. Спеціалісти повинні володіти не тільки технічними знаннями щодо роботи з вимірювальними приладами, але й розуміти біологічні наслідки впливу радіації та дотримуватися протоколів безпеки. Їхня діяльність значною мірою визначає успішність і ефективність заходів з ліквідації наслідків радіаційних інцидентів та захисту населення.

Проблематикою методики підготовки фахівців до дій в умовах радіаційної небезпеки чи надзвичайної ситуації займалися такі науковці: Акіньшин В., Барбашин В., Іванець Г., Калиненко Л., Калугін В., Кимаковська Н., Кружалов А., Малець І., Мартин Є., Мінська Ю., Поліщук О., Попов І., Пряхін В., Серeda Ю., Сидоренко В., Слабкий А., Тесленко О., Телещак О., Толкунов І. та інші.

Метою статті є обґрунтувати освітні методики вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації.

Результати

Підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно діяти в умовах надзвичайних ситуацій, є нагальним завданням сучасної педагогічної науки та системи освіти. Такий процес повинен ґрунтуватися на фундаментальних педагогічних засадах, що враховують як теоретичну, так і практичну складові професійної підготовки.

Одним із ключових підходів є системний підхід, який розглядає процес навчання як цілісну систему, що складається з взаємопов'язаних елементів: цілей, змісту, методів, форм організації та результатів навчання. Важливо забезпечити гармонійну інтеграцію теоретичних знань та практичних навичок, формуючи в майбутніх фахівців цілісне розуміння специфіки їхньої професійної діяльності в надзвичайних ситуаціях [1].

Компетентнісний підхід передбачає формування в здобувачів освіти комплексу ключових компетентностей, необхідних для успішного виконання професійних обов'язків, що включає як фундаментальні теоретичні знання, так і практичні вміння та навички, здатність до критичного мислення, прийняття рішень та ефективної взаємодії в екстремальних умовах [2].

Важливим є також діяльнісний підхід, який наголошує на необхідності активного залучення здобувачів освіти до практичної діяльності, моделювання реальних ситуацій та вирішення професійних завдань. Такий підхід дозволяє розвинути необхідні практичні навички, критичне мислення та здатність приймати рішення в умовах невизначеності та стресу.

Отже, підготовка фахівців, котрі діятимуть в умовах надзвичайних ситуацій, вимагає комплексного підходу, який поєднує теоретичні знання та практичну підготовку на основі фундаментальних педагогічних засад. Лише за таких умов можна сформувати компетентних професіоналів, здатних ефективно діяти в екстремальних ситуаціях та забезпечувати безпеку громадян.

Освітня методика є невід'ємною складовою педагогічної науки, що забезпечує систематизацію та впровадження теоретичних знань у практику навчання. Слід зазначити, що формування освітніх методик є циклічним процесом, який постійно еволюціонує завдяки розвитку науки, технологій та змінам у соціальному контексті. Нові наукові відкриття, трансформації в суспільстві та освітніх парадигмах вимагають перегляду та оновлення існуючих методик, а також розробки інноваційних підходів до навчання. На Рис. 1 зображено етапи формування освітньої методики.

Отже, освітня методика є результатом послідовної трансформації знань про реальний світ в освітні моделі, що враховують цілі, зміст і специфіку навчального процесу, адже забезпечує ефективне засвоєння знань здобувачами освіти та сприяє розвитку їхніх компетентностей відповідно до потреб суспільства.

Радіаційна надзвичайна ситуація вважається однією з найбільш небезпечних та складних для реагування, оскільки пов'язана з впливом іонізуючого випромінювання, яке є невидимим та має довготривалі наслідки для здоров'я людей та навколишнього середовища. Підготовка до ефективного реагування на такі ситуації вимагає спеціальних знань та умінь від залучених фахівців [3, 4].

По-перше, необхідні ґрунтовні теоретичні знання про властивості радіоактивних матеріалів, типи іонізуючого випромінювання, механізми їх поширення та впливу на живі організми. Важливо розуміти принципи радіаційного захисту, методи виявлення та вимірювання радіації, а також способи обмеження її впливу.

По-друге, фахівці повинні мати практичні навички роботи з радіометричними приладами, засобами індивідуального захисту та дезактивації. Вони мають вміти

розпізнавати ознаки радіаційного ураження, надавати першу допомогу постраждалим та координувати евакуаційні заходи.



Рис. 1 Етапи формування освітньої методики

Сформовано автором

Крім того, необхідними є знання про організацію робіт в умовах радіоактивного забруднення, принципи розмежування зон ураження, методи дозиметричного контролю та оцінки радіаційної обстановки. Фахівці мають бути обізнані з процедурами оповіщення населення, взаємодії з іншими службами та організаціями під час ліквідації наслідків радіаційної аварії.

Важливим аспектом є психологічна підготовка персоналу, адже робота в умовах радіаційної небезпеки пов'язана з високим рівнем стресу та ризику для життя і здоров'я. Необхідно навчити фахівців методам саморегуляції, підтримки психологічної стійкості та ефективної взаємодії в екстремальних ситуаціях.

Підготовка до реагування на радіаційні надзвичайні ситуації вимагає регулярних навчань та тренувань з відпрацювання практичних сценаріїв. Така практика дозволяє закріпити отримані знання, відточити навички та забезпечити злагоджену роботу всіх задіяних служб.

Отже, через високий рівень небезпеки радіаційних надзвичайних ситуацій, підготовка фахівців, які будуть реагувати на них, вимагає комплексного поєднання теоретичних знань про радіацію, практичних умінь роботи з обладнанням, навичок психологічної стійкості та регулярного тренування. Лише за таких умов буде

забезпечена ефективна протидія наслідкам радіаційних інцидентів та мінімізація ризиків для населення та довкілля.

Класифікація зон надзвичайної ситуації, пов'язаної з радіацією, ґрунтується на рівнях радіоактивного забруднення, ризиках для здоров'я населення та необхідних заходах з метою захисту людей та навколишнього середовища. Традиційно застосовується наступна класифікація зон надзвичайної ситуації, пов'язаної з радіацією [4, 5]:

- Зона відчуження - територія, з якої було евакуйовано населення у зв'язку з високими рівнями радіоактивного забруднення. Доступ до цієї зони суворо обмежений. Приклад: 30-кілометрова зона відчуження навколо Чорнобильської АЕС.
- Зона безумовного (обов'язкового) відселення - територія, на якій рівень радіоактивного забруднення є настільки високим, що подальше проживання населення є неможливим. Вимагається обов'язкове відселення жителів.
- Зона гарантованого добровільного відселення - територія, де рівні радіоактивного забруднення перевищують допустимі норми, але проживання є можливим за певних умов. Жителям гарантується право на добровільне відселення та компенсації.
- Зона посиленого радіоекологічного контролю - територія, де рівні радіоактивного забруднення перебувають у межах допустимих норм, але потребують постійного моніторингу та контролю.
- Зона періодичного спостереження - територія, де рівні радіоактивного забруднення є низькими, але необхідно проводити періодичний радіологічний моніторинг.
- Буферна зона - територія навколо зон з високим рівнем радіоактивного забруднення, яка створюється для забезпечення безпеки та контролю доступу.

Для здійснення радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації використовуються різноманітні технічні засоби. У Таблиці 1 міститься інформацію про різні технічні засоби для радіаційного моніторингу, їх функціонал та обмеження.

Таблиця 1

Технічні засоби для радіаційного моніторингу

Технічний засіб	Функціонал	Обмеження
Дозиметричний прилад разового використання	Вимірювання потужності експозиційної дози гамма-випромінювання. Дозволяє швидко оцінити радіаційну обстановку.	Низька точність вимірювань. Короткий термін експлуатації. Не визначає типи радіонуклідів.
Радіометр пошуковий	Виявлення та локалізація джерел іонізуючого випромінювання. Визначення типу радіонуклідів за спектром випромінювання.	Обмежений радіус дії. Складність інтерпретації даних. Необхідність калібрування.
Спектрометр польовий	Високоточний аналіз спектру випромінювання. Ідентифікація типів радіонуклідів та їх активності.	Висока вартість. Потребує кваліфікованого обслуговування. Низька мобільність.

Аерозольні фільтри	Збирання проб аерозолів для визначення концентрації радіоактивних часток у повітрі.	Необхідність лабораторного аналізу проб. Неможливість миттєвого виявлення радіонуклідів.
Безпілотні літальні апарати (БПЛА)	Проведення радіаційної розвідки з повітря. Картографування радіаційного забруднення територій.	Обмежений радіус дії та час польоту. Висока вартість. Залежність від погодних умов.
Мобільні лабораторії	Комплексний аналіз проб на наявність радіонуклідів різними методами. Забезпечення високої точності вимірювань.	Обмежена мобільність. Висока вартість обладнання та експлуатації. Потреба в кваліфікованому персоналі.

Сформовано автором за [6, 7, 8, 9]

Вибір технічних засобів радіаційної розвідки залежить від конкретних завдань, умов проведення робіт, необхідної точності вимірювань та наявних ресурсів. Комплексне використання різних приладів дозволяє отримати найбільш достовірну інформацію про радіаційну обстановку в зоні надзвичайної ситуації.

Вплив радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації класифікують за різними критеріями [10, 11, 12]:

1. За характером впливу:

- іонізуючий вплив - викликає пошкодження електронних компонентів, збій в роботі пристроїв та зміну їх характеристик;
- радіаційне опромінення - призводить до деградації матеріалів, з яких виготовлені прилади, зокрема полімерів, кристалічних структур тощо;
- радіоактивне забруднення - осідання радіоактивних часток на поверхні приладів спотворює результати вимірювань.

2. За тривалістю впливу:

- короточасний вплив - пов'язаний з одноразовим або короткотривалим опроміненням високими дозами радіації, призводить до тимчасових збоїв та пошкоджень;
- тривалий вплив - відбувається при тривалому перебуванні в зоні з підвищеним радіаційним фоном, викликає поступову деградацію характеристик приладів та їх повну відмову.

3. За ступенем впливу:

- незначний вплив - не призводить до суттєвих змін у роботі приладів або їх характеристиках;
- помірний вплив - спричиняє тимчасові збої або незначні відхилення в показниках приладів;
- істотний вплив - викликає суттєві порушення в роботі приладів, спотворення даних або їх повну непрацездатність.

4. За типом радіації:

- вплив альфа-випромінювання - може бути критичним для електронних компонентів та детекторів;
- вплив бета-випромінювання - призводить до іонізації та пошкодження матеріалів і елементів приладів;
- вплив гамма-випромінювання - викликає збій та пошкодження в результаті іонізації та радіаційного опромінення;

- вплив нейтронного випромінювання - спричиняє структурні дефекти в кристалічних структурах і матеріалах.

Врахування характеру, тривалості, ступеня та типу радіаційного впливу є важливим при виборі та експлуатації технічних засобів радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації. Такий підхід дозволяє забезпечити надійність та точність вимірювань, а також безпеку персоналу, який працює з радіаційними приладами.

У педагогічному аспекті вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації визначається таким чином [6, 13, 14]:

I. Предметна область:

- властивості іонізуючого випромінювання та його види (альфа-, бета-, гамма-випромінювання, нейтронне випромінювання);
- принципи роботи технічних засобів радіаційної розвідки (дозиметри, радіометри, спектрометри, аерозольні фільтри тощо);
- механізми впливу різних видів іонізуючого випромінювання на електронні компоненти, матеріали та функціонування приладів;
- методи захисту технічних засобів від радіаційного впливу;
- експлуатація приладів в умовах радіаційного забруднення та підвищеного радіаційного фону.

II. Мета:

- формування в здобувачів освіти системних знань про вплив радіації на технічні засоби радіаційної розвідки та способи забезпечення надійного функціонування в зонах надзвичайної ситуації;
- розвиток практичних навичок роботи з радіометричним обладнанням в умовах радіаційного впливу;
- вироблення вмінь аналізувати та прогнозувати наслідки радіаційного впливу на прилади, приймати обґрунтовані рішення щодо їх застосування та захисту.

III. Завдання:

- ознайомити здобувачів освіти з видами іонізуючого випромінювання, їх властивостями та механізмами взаємодії з речовиною;
- сформулювати розуміння принципів роботи та особливостей конструкції технічних засобів радіаційної розвідки;
- розглянути вплив різних видів радіації на електронні компоненти, матеріали та функціонування приладів;
- вивчити методи захисту технічних засобів від радіаційного впливу та способи підвищення їх стійкості;
- опанувати практичні навички експлуатації радіометричного обладнання в умовах радіаційного забруднення;
- розвинути вміння аналізувати та прогнозувати наслідки радіаційного впливу, приймати обґрунтовані рішення щодо застосування приладів;
- сформулювати навички безпечної роботи з радіоактивними матеріалами та дотримання норм радіаційного захисту.

У межах даної предметної області відбувається підготовка фахівців, здатних ефективно використовувати технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації, забезпечувати їх надійне функціонування та приймати обґрунтовані рішення щодо застосування та захисту від радіаційного впливу.

Освітні методики вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки в зонах надзвичайної ситуації класифікують за кількома критеріями [1, 2, 6]:

1. За формою організації навчання:

- лекційні заняття - для викладу теоретичного матеріалу про види радіації, механізми їх впливу на прилади та обладнання, принципи радіаційного захисту тощо;
- практичні заняття - для відпрацювання навичок роботи з радіометричними приладами, вивчення їх характеристик та особливостей в умовах радіаційного впливу;
- лабораторні роботи - для проведення експериментів з моделювання радіаційного впливу на технічні засоби та дослідження наслідків;
- тренінги та симуляції - для імітації реальних ситуацій роботи в зонах радіаційного забруднення та відпрацювання необхідних дій.

2. За методами навчання:

- пояснювально-ілюстративні методи - для демонстрації принципів роботи приладів, ефектів радіаційного впливу, використання наочних матеріалів;
- проблемні методи - для моделювання проблемних ситуацій та пошуку шляхів їх вирішення, наприклад, виявлення несправностей приладів через радіацію;
- дослідницькі методи - для проведення самостійних досліджень та експериментів, аналізу результатів, формулювання висновків;
- інтерактивні методи - для залучення здобувачів освіти до активної взаємодії, дискусій, обміну досвідом та знаннями.

3. За засобами навчання:

- мультимедійні презентації та відеоматеріали - для візуалізації процесів радіаційного впливу, демонстрації приладів та обладнання;
- комп'ютерні симуляції та тренажери - для моделювання різних сценаріїв радіаційного впливу та відпрацювання навичок роботи з приладами;
- натурні зразки радіометричних приладів та обладнання - для практичного вивчення їх характеристик та особливостей експлуатації;
- лабораторне обладнання (випромінювачі, детектори, захисні матеріали) - для проведення експериментальних досліджень.

4. За формою контролю знань:

- тестування - для перевірки теоретичних знань про радіацію, принципи роботи приладів, заходи безпеки тощо;
- звіти з лабораторних робіт та практичних завдань - для оцінки вміння проводити експерименти, аналізувати результати та формулювати висновки;
- ситуаційні завдання та кейси - для перевірки здатності приймати рішення в імітованих радіаційних ситуаціях;
- захист проектів - для оцінки комплексних знань та навичок у вирішенні реалістичних завдань з радіаційної розвідки.

Вибір відповідних освітніх методик залежить від цілей навчання, рівня підготовки здобувачів освіти, наявних ресурсів та особливостей навчального закладу. Комплексне поєднання різних форм, методів, засобів та форм контролю сприяє ефективному засвоєнню знань та формуванню практичних навичок роботи з технічними засобами радіаційної розвідки в умовах радіаційного впливу.

Висновки

Вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки є надзвичайно важливим аспектом підготовки фахівців, здатних ефективно діяти в умовах надзвичайних ситуацій, пов'язаних з радіаційним забрудненням. Безпосередня робота в зонах радіоактивного ураження висуває особливі вимоги до знань та практичних навичок з експлуатації радіометричного обладнання в екстремальних умовах.

З метою забезпечення належної підготовки персоналу необхідно використовувати комплексний підхід в освітньому процесі, поєднуючи різноманітні методики навчання. Включення лекційних та практичних занять, лабораторних робіт, тренінгів та симуляцій дозволяє сформувати у здобувачів освіти як ґрунтовну теоретичну базу, так і міцні практичні навички.

Використання інноваційних освітніх технологій, таких як мультимедійні презентації, комп'ютерні симуляції, натурні зразки обладнання та лабораторне устаткування, значно підвищує ефективність засвоєння матеріалу та формування компетентностей. Водночас, застосування різноманітних форм контролю знань, зокрема тестування, звітів, ситуаційних завдань та захистів проєктів, дозволяє об'єктивно оцінити рівень підготовки здобувачів освіти.

Таким чином, розробка та впровадження сучасних освітніх методик вивчення впливу радіації на технічні засоби радіаційної розвідки є обов'язковою передумовою для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних забезпечити надійну роботу приладів в екстремальних умовах радіаційних надзвичайних ситуацій. Лише за таких умов можна гарантувати безпеку персоналу та ефективність заходів з ліквідації наслідків радіаційного забруднення.

Список використаних джерел

1. Поліщук, О. В., Репінський, С. В., Слабкий, А. В. Формування компетенцій з безпеки життєдіяльності в студентів вищих навчальних закладів. Педагогіка безпеки. 2016. № 1(1). С. 72-80.
2. Телешак, О. А. Компетентнісний підхід як засіб підвищення рівня підготовки студентів з безпеки життєдіяльності. 2009. // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/11057/4/telechak.pdf>
3. Титаренко, А. В. Методологічні засади державного управління сферою захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій. Вісник Національного університету цивільного захисту України. Серія: Державне управління. 2016. № 1. С. 216-222.
4. Тесленко, О. Проблеми державного управління цивільним захистом щодо забезпечення контролінгу загроз та виникнення надзвичайних ситуацій у зоні відчуження. Науковий вісник: Державне управління. 2023. № 1 (13). С. 163–177. [https://doi.org/10.33269/2618-0065-2023-1\(13\)-163-177](https://doi.org/10.33269/2618-0065-2023-1(13)-163-177)
5. Сидоренко, В. Л., Середа, Ю. П., Мінська, Ю. Ю., Азаров, І. С. Теоретичні основи розробки системи комплексного моніторингу зони радіаційної аварії. Науковий збірник Інституту державного управління у сфері цивільного захисту 2015. № 3. С. 116-129.
6. Барбашин, В.В. та Толкунов, І.О та Попов, І.І. Методичне забезпечення метрологічного обстеження технічних заходів радіаційного моніторингу надзвичайних ситуацій. Проблеми надзвичайних ситуацій. 2012. №15. С. 19-25.
7. Акіншин В.Д., Кружалов А.В., Чостоколенко І.П. Мобільний комплекс радіаційного контролю. Область застосування комплексу // Пожежна безпека: теорія і практика. 2010. № 6. С. 4–9.
8. Сидоренко, В. Л., Азаров, С. І. Концептуальні засади розробки системи комплексного моніторингу зони радіаційної аварії. Вісник Кременчуцького Національного університету імені Михайла Остроградського. 2017. С. 82-87. // [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2017_1_82-87_1-2017.pdf
9. Тютюник, В. В., Калугін, В. Д., Іванець, Г. В., Захарченко, Ю. В. Оцінка ефективності покриття території надзвичайної ситуації за допомогою автоматизованих

- пристроїв контролю небезпечних факторів при їх розкиданні із зависаючого над точкою скидання БПЛА. 2016. // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/14872/1/A0D5~1.PDF>
10. Калиненко, Л. В., Кимаковська, Н. О. Аварійна готовність та аварійне реагування у випадку радіаційної аварії. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2018. № 2. С. 51-58.
 11. Кулаженко, А. І. Аналіз особливостей та наслідків діяльності ліквідаторів аварії на ЧАЕС в умовах радіаційної небезпеки. Вісник Національного університету оборони України. 2011. № 4. С.161-165.
 12. Wilkinson, D. Dealing with at-risk populations in radiological/nuclear emergencies. Radiation protection dosimetry. 2009. № 134(3-4). P. 136-142. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncp070>
 13. Мартин, Є. В., Малець, І. О., Придатко, О. В. Розроблення моделі підтримки прийняття рішень підготовки процесів ліквідації надзвичайних ситуацій. 2016. // [Електронний ресурс] – Режим доступу:
 14. <https://sci.ldubgd.edu.ua/bitstream/123456789/2560/1/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F%20%D0%A3%D0%B6%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%2026.09.16.pdf>
 15. Covello, V. T. Risk communication, radiation, and radiological emergencies: strategies, tools, and techniques. Health physics. 2011. № 101(5). P. 511-530.