

Поэтому, ориентиром обновления системы подготовки будущего педагога-музыканта сегодня должны стать главные ценности демократического общества: свобода и самоценность личности, которые собственно и составляют концептуальную основу педагогики свободы.

*Ключевые слова:* педагогика свободы, инновационный ресурс, музыкально-педагогическое образование, художественный образовательное пространство, композиторская-исполнительская деятельность, авторская способность.

*FREEDOM PEDAGOGY IN THE CONTEXT OF INNOVATIVE TRANSFORMATIONS IN UNIVERSITIES EDUCATIONAL SPACE.*

**Rastrygina Alla, Stratan-Artyshkova Tetyana**

The article is dedicated to defining of the innovative resource of professional training of a future pedagogue-musician, the essence of which is to create inside the University arts educational environment the space for free self-identification of a personality, based on such guiding principles of freedom pedagogy as the principle of self-worth of a personality and the principle of freedom. The support on these principles serves for targeting the educational process at providing such pedagogical conditions that ensure not only the development of creative potential, self-expression, self-actualization and self-realization of a student in various types of musical and pedagogic activities, but also promotes formation of the author's ability of a future pedagogue-musician as an effective basis for his/her professional and personality development and implementation of individual trajectory of professional self-realization.

*Keywords:* freedom pedagogy, innovative resource, musical and pedagogical education, arts educational space, composing and performing activities, author's ability.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Растрюгіна Алла Миколаївна** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри вокально-хорових дисциплін та методики музичного виховання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

*Коло наукових інтересів:* теоретико-методологічні основи професійної мистецької освіти в Україні та за кордоном; педагогіка свободи в контексті формування сучасної освітньої парадигми; інноваційний ресурс професійної підготовки майбутнього педагога-музиканта; закономірності розвитку міжнародної та вітчизняної вищої освіти у контексті взаємозбагачення національних освітніх культур; впровадження інноваційних технологій в освітній процес ВНЗ.

**Стратан-Артишкова Тетяна Борисівна** – доктор педагогічних наук, професор, декан факультету мистецтв Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, Україна.

*Коло наукових інтересів:* теоретичні та методичні основи творчо-виконавської підготовки майбутнього педагога-музиканта; композиторського-виконавська діяльність студента у мистецькому освітньому просторі ВНЗ; формування авторської спроможності майбутнього фахівця-музиканта

УДК 378.147

**ВИВЧЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ НЕБЕЗПЕК, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З АВАРІЯМИ НА РАДІАЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**

**Ткачук Андрій**

*Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка*

*Анотація.* Стаття присвячена вивченню техногенних небезпек, що пов'язані з аваріями на радіаційно небезпечних об'єктах, під час розгляду тем «Техногенні небезпеки та їхні наслідки» і «Прогнозування обстановки та планування заходів захисту в зонах радіоактивного, хімічного і біологічного зараження» нормативних дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист». Розкрито причини і наслідки аварій на атомних електростанціях.

*Ключові слова:* техногенні небезпеки, радіаційно небезпечні об'єкти, аварії на атомних електростанціях.

**Постановка проблеми.** Найбільш катастрофічними за масштабами забруднення та витратами на ліквідацію їх наслідків техногенними небезпеками в сучасній історії людства були, є і будуть небезпеки, що пов'язані з аваріями на радіаційно небезпечних об'єктах. Так, 26 квітня 1986 р. аварія на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС (реактор РБМК-1000) призвела до радіоактивного забруднення близько 155 тис. км<sup>2</sup> в Україні (понад 55 тис. км<sup>2</sup>), Білорусії та Росії. Від Чорнобильської катастрофи постраждало майже 9 млн. людей та близько 550 тис. померло. Для ліквідації її наслідків в 1986-1992 рр. було залучено 650 тис. людей, більша частина з яких – військовослужбовці. В самій Україні до зон радіоактивного забруднення віднесено ~2300 населених пунктів де проживає ~2,5 млн. осіб. Внаслідок Чорнобильської катастрофи тільки в Україні постраждалими були офіційно визнані понад 3 млн. людей, з них майже 1

млн. – діти. Близько 20 мільйонів Українців відтоді змушені пити воду з джерел, забруднених радіонуклідами. Майже 75 % території України зазнало радіоактивного забруднення радіонуклідами  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{131}\text{I}$ , яке більш ніж у тричі перевищувало доаварійні рівні, за рахунок аварії на Чорнобильській АЕС. На ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи з бюджету України протягом 1986-2016 рр. вже виділено близько 26 млрд. доларів [7; 8].

Не дивлячись на розробку та впровадження нових технологій та систем захисту в атомній енергетиці [1; 9], ризик виникнення аварій на величезній кількості радіаційно небезпечних об'єктів залишається досить високим. Тому вивчення даного питання завжди є і буде актуальною проблемою.

**Аналіз актуальних досліджень.** Аналіз міністерських навчальних програм нормативних дисциплін «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист» [10; 11] свідчить про необхідність більш детального опрацювання студентами ВНЗ всіх спеціальностей такої складової тем «Техногенні небезпеки та їхні наслідки» і «Прогнозування обстановки та планування заходів захисту в зонах радіоактивного, хімічного і біологічного зараження», як радіаційні аварії та їх наслідки. Проте, саме цей аспект залишається недостатньо висвітленим.

**Метою статті** є розгляд питання техногенних небезпек, що пов'язані з аваріями на радіаційно небезпечних об'єктах, студентами вищих навчальних закладів у процесі вивчення безпеки життєдіяльності та цивільного захисту.

**Методи дослідження:** вивчення, порівняльний аналіз, узагальнення, систематизація науково-методичної та науково-технічної літератури з теми дослідження; системний і проблемно-пошуковий методи для обґрунтування шляхів удосконалення процесу вивчення техногенних небезпек.

**Виклад основного матеріалу.** Під час вивчення техногенних небезпек студентам слід наголосити, що згідно Кодексу цивільного захисту України [4], *аварія* – це небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище. *Катастрофа* – це велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до тяжких наслідків. В той же час, згідно Національного класифікатора ДК 019:2010, *надзвичайна ситуація техногенного характеру* – це порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд, аварій в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічних аварій на греблях, дамбах тощо. Поряд з цим, відповідно до ЗУ «Про об'єкти підвищеної небезпеки» [6], *об'єкт підвищеної небезпеки (ОПН)* – об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. *Потенційно небезпечний об'єкт (ПНО)* – об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії. При цьому, в Україні функціонують близько 20 тис. ПНО, аварії на майже 1 тис. із яких можуть призвести до виникнення НС державного або регіонального рівня.

У процесі вивчення теми «Техногенні небезпеки та їхні наслідки» обов'язково потрібно наголосити про те, що в Україні на сьогодні працює близько 10 тис. підприємств, установ та організацій, що використовують у своїй діяльності радіаційно-небезпечні технології та *джерела іонізуючих випромінювань (ДІВ)*. В Україні ~5 тис. суб'єктів діяльності використовують майже 20 тис. ДІВ, в тому числі ~10 тис. радіонуклідних джерел. Утворилися величезні обсяги *радіоактивних відходів (РАВ)*, які суттєво перевищують обсяги, що накопичено внаслідок здійснення інших видів діяльності, пов'язаних з використанням ядерної енергії, ДІВ та радіаційних технологій. Сховища радіоактивних відходів при уранових рудниках переповнені [7; 8].

Слід звернути увагу студентів на те, що *радіаційно небезпечний об'єкт (РНО)* – це такий об'єкт, на якому виготовляються, використовуються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні речовини. До основних РНО об'єктів на території України відносяться:

1. 4 атомні електростанції (АЕС) – Хмельницька, Рівненська, Запорізька та Південно-Українська з 15 енергетичними ядерними реакторами. На майданчику Запорізької АЕС експлуатуються 6 енергоблоків з реакторами типу ВВЕР-1000, на майданчику Південно-Української АЕС - 3 енергоблоки з реакторами типу ВВЕР-1000 (проект В-302 - енергоблок № 1, В-338 – енергоблок № 2 та В-320 - енергоблок № 3). 4 блоки функціонують на майданчику Рівненської АЕС, з них 2 блоки з реакторами типу ВВЕР-440 та 2 з реакторами типу ВВЕР-1000. На майданчику Хмельницької АЕС експлуатуються 2

енергоблоки з реакторами типу ВВЕР-1000 уніфікованого проекту В-320. В українських ядерних реакторах на теплових нейтронах типу ВВЕР-440 і ВВЕР-1000 (водоводяні енергетичні реактори, в яких вода виступає теплоносієм і сповільнювачем), як паливо використовуються тепловиділяючі зборки, що складаються з тепловиділяючих елементів, які містять таблетки з двоокису урану, слабозбагаченого по 235-му ізотопи;

2. підприємства з видобутку і переробки уранових руд Державного підприємства «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (ДП «СхідГЗК»), які розташовані у Кіровоградській (шахти «Інгульська», «Смолінська» і «Новокостянтинівська») та Дніпропетровській областях. Переробка уранової сировини для отримання закису-окису урану ведеться на Гідрометалургійному заводі ДП «СхідГЗК», що розташований у промзоні міста Жовті Води Дніпропетровської області;

3. підприємства з переробки ядерного палива та поховань радіоактивних відходів. Спеціалізованими підприємствами з поховання та переробки РАВ, що входять до складу ДК «УкрДО «Радон», є п'ять державних міжобласних спеціалізованих комбінатів (ДМСК) та один державний спеціалізований комбінат (ДСК): Дніпропетровський, Київський, Львівський, Одеський, Харківський ДМСК та Донецький ДСК;

4. науково-дослідні та проектні організації, які працюють з ядерними реакторами (2 науково-дослідних реактори в м. Києві і м. Севастополі).

Аварія з викидом радіоактивних речовин – аварія на РНО, яка спричинила викид (вихід, розлив) радіоактивних речовин (радіонуклідів) за межі встановлених захисних бар'єрів і (чи) потужність дози іонізуючого випромінювання перевищує встановлені норми і загрожує довкіллю. На всіх типах РНО можливі аварії, які становлять загрозу для людей і навколишнього середовища. Радіаційні аварії – це аварії з викидом (виходом, розливом) радіоактивних речовин (РР) (радіонуклідів) або іонізуючих випромінювань за межі, непередбачені проектом для нормальної експлуатації РНО, у кількостях більше встановленої межі їх безпечної експлуатації. Причинами аварій можуть бути: дія непереборної сили, халатність персоналу, злочинні наміри [2; 5; 12].

За ступенем забруднення середовища радіаційні аварії поділяються на: аварії, при яких відсутні радіоактивні забруднення виробничих приміщень, території та навколишнього середовища об'єкта; аварії, при яких відбуваються радіоактивні забруднення середовища виробничої діяльності і проживання людей. За причинами виникнення радіаційні аварії поділяються на два види: коли вихід радіонуклідів у навколишнє середовище відбувається внаслідок аварії або теплового вибуху та руйнування РНО; коли аварія відбувається внаслідок ядерного вибуху. Наслідки аварій і руйнування об'єктів із ядерними компонентами характеризуються, насамперед, масштабами радіоактивного забруднення навколишнього середовища і опромінення населення. За масштабами радіаційні аварії поділяються на: 1) промислові, до яких належать такі аварії, наслідки яких не поширюються за межі приміщень і території об'єкта, а аварійне опромінення може отримати лише персонал; 2) комунальні – радіаційні аварії, наслідки при яких не обмежуються приміщеннями і територіями об'єкта, а поширюються на навколишні території. Вони в свою чергу поділяються на: а) локальні, якщо в зоні аварії проживає до 10 тис. осіб; б) регіональні – із зоною від декількох населених пунктів, адміністративних районів до декількох областей з населенням більше 10 тис. осіб; в) глобальні – комунальні радіаційні аварії, які поширюються на значну або всю територію країни. До глобальних аварій належать транскордонні, з поширенням наслідків аварії за межі державних кордонів. Внаслідок радіоактивного забруднення, що виникає при аварії на РНО, місцевість, предмети, люди можуть бути заражені РР. В результаті цього на певній території виникає зона радіоактивного зараження, що характеризується масштабом і ступенем радіоактивного забруднення [2, с. 12].

Найнебезпечнішими зі всіх аварій на РНО, є можливі аварії на АЕС як України, так і сусідніх держав (Ірану, Росії, Вірменії, Румунії, Болгарії, Чехії, Угорщини, Словачії, Словенії, Німеччини, Франції, Великобританії, Фінляндії, Швеції, Швейцарії, Бельгії, Нідерландів, Китаю, Індії, Пакистану). При аваріях на АЕС можуть бути пошкодження конструкцій, технологічних ліній, пожежі, викиди в навколишнє середовище РР. Аварія з повним руйнуванням ядерного реактора може відбутися в результаті стихійного лиха, вибуху боєприпасів, масштабних терористичних актів, падіння повітряного транспорту на споруди АЕС та ін. Аварія на АЕС може бути з розривом трубопроводів із теплоносієм, ушкодженням реактора і герметичних зон, виходом з ладу систем керування і захисту, що може призвести до миттєвої втрати герметичності конструкцій реактора, сплавлення твелів і викиду РР з парою в навколишнє середовище, можливе розкидання радіоактивних осколків, уламків конструкцій паливних елементів. При аварії на АЕС відбувається викид РР в атмосферу, гідросферу і літосферу, що обумовлює ураження біосфери. Характер і масштаби радіоактивного забруднення місцевості при аварії на АЕС залежить від характеру вибуху (тепловий чи ядерний), типу реактора, ступеня його руйнування, кількості викинутих РР, метеоумов і рельєфу місцевості [12].

Крім того, деякі вчені вважають, що причиною постійного збільшення кількості та потужності стихійних лих є понад 500 діючих на нашій планеті атомних реакторів, оскільки вони генерують не тільки тепло та електроенергію, а й чужорідні живій природі радіоактивні ізотопи. Так, криптон <sup>85</sup>Kr вважається

інертним газом, проте оскільки він радіоактивний то впливає на електропровідність атмосфери. Зараз рівень криптону в тисячі разів більший, ніж був до атомної ери. Ізотоп криптону важчий за повітря і здатний накопичуватись в атмосфері, створюючи зони аномальної провідності. В них може зростати ризик виникнення відповідних природних катаклізмів. В той же час, за однією з версій величезне різноманіття життя на Землі стало можливим в міру зменшення рівня радіоактивності на нашій планеті. Сучасний радіаційний фон склався приблизно 10 млн. років тому і до останнього моменту майже не змінювався. Склад ізотопів в атмосфері також залишався незмінним, але створення атомної бомби та розвиток атомної енергетики відродили до життя ізотопи, що зникли мільярди років тому. Екологи вважають, що це може призвести до зникнення деяких видів тварин і рослин в найближчі 100 років, оскільки під час розщеплення ядра урану, яке відбувається в будь-якому ядерному реакторі, виділяється величезна кількість нових «чужорідних» для планети радіонуклідів. Ще й за 70 років активної діяльності атомна індустрія накопичила тони надзвичайно небезпечних радіоактивних матеріалів.

Поряд з цим, за даними МАГАТЕ, сьогодні на планеті Земля майже 15 % всієї електроенергії виробляється на АЕС. На території 31 країни розташовується близько 450 промислових енергетичних ядерних реакторів сумарною потужністю до 400 ГВт (майже 70 реакторів знаходяться в стадії спорудження) та використовується понад 100 суден з ядерними енергетичними установками. Майже половина обсягів електроенергії, що виробляється на АЕС в Світі, припадає на США (99 атомних реакторів потужністю 98,6 ГВт, 5 будується на 6 ГВт) та Францію (58 атомних реакторів потужністю 63 ГВт). В РФ на 10 діючих АЕС експлуатується 35 енергоблоків сумарною потужністю 25,5 ГВт, ще 8 будується. В КНР на 14 діючих АЕС експлуатується 31 енергоблок сумарною потужністю 26,6 ГВт, ще 24 будується та 32 заплановано (до 2035 р. їх буде 110). За кількістю реакторів (15) та їх сумарною потужністю (13,5 ГВт) Україна посідає восьме місце у світі та п'яте в Європі. В той же час, екологи стверджують, що *неможливо зробити абсолютну безпечний атомний реактор – будь-який реактор може вибухнути за певних обставин*.

Так, наприклад, в березні 2011 р. сталася аварія з викидом РАВ на одній з самих потужних АЕС в Світі – японській АЕС «Фукусіма-1». Такого масштабу техногенної аварії в самій технологічно розвинутій країні ніхто не очікував - забруднено понад 1 тис. км<sup>2</sup> території а збитки склали понад 250 млрд. доларів. Японцям вдалося охолодити реактори лише через 3 місяці після гігантського цунамі, що зруйнувало всі системи захисту трьох енергоблоків АЕС. Найсерйознішими загрозами для таких реакторів були: 1) повне відключення електроенергії; 2) вибухонебезпечний водень; 3) пожежі; 4) розплавлене атомне паливо. Фактично, це і є трагічний сценарій аварії на «Фукусіма-1».

Енергоблоки АЕС «Фукусіма-1» зводилися в 70-х рр. За 40 років експлуатації станція майже не модернізувалася. Експерти МАГАТЕ багато разів вказували японцям на суттєві «дірки» в безпеці станції, проте всі рекомендації залишилися лише тільки на папері. Так, система захисту станції була розрахована на висоту цунамі до 7 м та магнітуду до 7 балів, а прийшла хвиля висотою понад 13 м, яка затопила зали з резервними дизель-генераторами та спеціальними електричними насосами, що повинні були прокачувати воду через реактори для охолодження. Потужний землетрус зруйнував всі дороги, що вели до АЕС а також аварійні ЛЕП, які у випадку аварії повинні подавати електроенергію на станцію. Запасу заряду застарілих аварійних акумуляторів вистачило лише на декілька годин, і протягом доби перші 4 енергоблоки залишилися без електроживлення, що призвело до їх перегріву та вибухів водню. Всі 6 енергоблоків сумарною потужністю 4,7 ГВт мали одноконтурні водо-водяні киплячі ядерні енергетичні реактори типу BWR (Boiling Water Reactor) спроектовані американською корпорацією General Electric. В них стрижні управління і захисту реактора подавалися в активну зону знизу, а пароводяну суміш отримували безпосередньо в активній зоні без парогенератора та високоміцного корпусу реактора. Тиск води в першому контурі становив близько 70 атм, а вода закипала вже при температурі 280 °С. Пар з активної зони реактора безпосередньо подавався в машинний зал на турбіну. Оскільки розпечене уранове паливо не може швидко охолонути навіть якщо ланцюгова реакція повністю зупинена (протягом наступних 3 діб продовжується залишкове тепловиділення), то в середині реактора необхідно підтримувати постійну циркуляцію охолоджуючої води спеціальними турбонасосами. Власне знеструмлення енергоблоків призвело до виходу із строю систем охолодження реакторів, падіння рівня води у реакторах і басейнах зберігання касет відпрацьованого палива нижче встановленого критичного рівня, оголення паливних елементів, перегріву касет і початку при температурах понад 900 °С в цирконієвій оболонці стрижнів паро-цирконієвої реакції з виділенням водню. При зростанні в середині реакторів тиску пари та водню спрацювали захисні клапани, стравлюючи гази з реакторів під герметичну оболонку енергоблоків. Це призвело до прискорення зневоднення активної зони й подальшому розігріву уранового палива та зростанню тиску в самій гермооболонці. Захисні клапани почали стравлювати пару, насичену радіоактивними ізотопами та воднем, безпосередньо під дах будівель енергоблоків, що і призвело до об'ємних «термічних» вибухів 1-го енергоблоку через 1 добу, 3-го – через 3 доби а 2-го – через 4 доби після землетрусу. 15.03.2011 р., як тільки пролунав третій вибух, майже весь персонал залишив аварійну станцію – боротись з атомним колапсом залишили всього 50 інженерів які фактично

нічого не робили. Апогеєм драма на «Фукусімі-1» став ранок 17 березня 2011 р., коли від відчаю до охолодження реакторів і басейнів витримки відпрацьованого палива японці залучають військову авіацію - вертольоти з великої висоти скидають тони морської води на 3-й та 4-й енергоблоки. Ефективність такого водоскидання надзвичайно мала. Тільки ввечері на станції вдається проїхати пожежним машинам, які оснащені насосами високого тиску, та почати полив будівель енергоблоків. Але всередині самих реакторів ситуація давно вже вийшла з під контроль – температура розпеченого палива сягнула надмежових 2000 °С і радіоактивна магма пропала стінки реакторів.

Подібний сценарій аварії на РНО, на жаль, можливий і на побудованих в 70-80-х рр. ХХ ст. українських АЕС з радянськими водоводяними реакторами 2-го покоління без додаткових пасивних систем безпеки, в тому числі, і в наслідок спроб перевести наші ВВЕР-1000 і 440 замість російського ядерного палива компанії «ТВЕЛ» (щороку імпортується до 240 т витрачаючи на це до 600 млн. доларів) на значно дорожче ядерне паливо ТВС-WR американської компанії Westinghouse, яке не відповідає технічним проектам наших реакторів. В 2012-2013 рр. на 2 енергоблоках Південно-Української АЕС були зафіксовані порушення в роботі тепловиділяючих зборок, обумовлені конструктивними недоробками Westinghouse. В 2010-2012 рр. на чеській АЕС «Темелін» були масові технічні збої та розгерметизація аналогічних тепловиділяючих елементів, після чого Чехія, не дивлячись не економічні втрати, достроково вивантажила все паливо та відмовилась від послуг цього постачальника.

Проте, на сучасних ядерних реакторах покоління 3-3+ встановлені додаткові пасивні системи безпеки, які унеможливають подібні сценарії. Так, наприклад, на одній з самих сучасних російських АЕС «Нововоронєжській» стоять реактори *ВВЕР-1200* покоління 3+ з декількома бар'єрами безпеки, які при загрозі радіаційної аварії спрацьовують автоматично. Сам по собі ВВЕР-1200 – це двоконтурний ядерний реактор на теплових нейтронах з ККД 36 %, теплоносієм і сповільнювачем у якому служить вода під високим тиском (до 162 атм), що запобігає її закипанню і водночас забезпечує високу температуру теплоносія (до 330 °С). Середнє збагачення урану 4,71-4,85 %. При тепловій потужності 3200 МВт реактор має номінальну електричну потужність близько 1200 МВт. Тривалість періодів між перезавантаженням палива – до 24 місяців. Строк служби незамінних елементів – не менше 60 років. На ВВЕР-1200 в аварійних ситуаціях без енергоживлення насосів система циркуляції води починає працювати «природним» шляхом за рахунок гравітації та законів термодинаміки. При порушенні охолодження реактора і повному знеструмленні вода починає надходити безпосередньо в його активну зону – під бетонним ковпаком герметичної оболонки встановлена ціла батарея ємностей, в частину з яких закачано азот і вода під тиском подається до розпеченого уранового палива. Інша частина скидає воду в реактор самоплином за рахунок перепаду висот між реактором та ємностями. Таке подвійне підживлення здатне без електрики охолоджувати та підтримувати весь енергоблок в стабільному стані близько 3 годин, що дає достатній резерв часу на відновлення енергоживлення або навіть підвезення води для цих аварійних ємностей. Якщо в перші години вдається запустити і резервні аварійні дизель-генератори, які дають енергоживлення насосам, то в роботу включаються активні системи безпеки – в цьому випадку реактор без втручання людини може знаходитись в стабільному стані протягом 72 годин. При зростанні концентрації водню під герметичною оболонкою реактора без включення додаткових систем захисту концентрація водню швидко повертається до норми. Це зумовлено тим, що на горі під куполом бетонної оболонки знаходиться ще одна система пасивного захисту, яка не потребує електроенергії та втручання людини. Це так звані рекомбінатори водню, які складаються з алюмінієвих стрижнів вкритих дрібнокристалічною платиною, що використовується в якості каталізатора для прискорення хімічної реакції окислення. Як тільки пари водню потрапляють в трубки, вони миттєво з'єднуються з молекулами кисню, що міститься в повітрі. Тому водень, що виділився, одразу перетворюється в звичайну воду. В процесі окислення виділяється тепло і кожух, в якому розміщені ці трубчасті решітки, нагрівається й починається природна циркуляція повітря – це система з додатнім зворотнім зв'язком - чим більше кисню, тим більше іде циркуляція і тим більше ефективність даної системи (чим більша концентрація водню - тим більше вона його рекомбінує). Саме такими найпростішими пристроями допалу водню не були оснащені пристарілі реактори "Фукусіми", хоча аналогічні конструкції вже 10 років встановлені під купол оболонки майже всіх атомних реакторів в світі. Японці це просто проігнорували. У ВВЕР-1200 останнім кордоном оборони від радіоактивної магми з розплавленого реактора є «пастка розплаву», яка розташовується під реактором, і у випадку гіпотетичної аварії вона прийме на себе весь розплав з активної зони реактора (так званий «коріум», температура якого може досягати 2500 °С) – це останній пасивний рубіж безпеки, що не вимагає участі людини. Якщо розплавлене паливо пропалить нижню частину реактору, то воно стече в потужний бетонний стакан, викладений з середини тугоплавкою керамікою. Дно «пастки розплаву» наповнено термопоглинаючими матеріалами, при потраплянні на які температура розплавленого палива знижується з 2500 до 1700 °С, при цьому остаточно гальмується ланцюгова реакція і паливо охолоджується. Процес прискорює зовнішнє повітряне та водяне охолодження. Така пасивна пастка дозволяє перетворити евтектичний сплав в певну кераміку, яка затвердіє і виходу блоку радіоактивних сполук не відбудеться. Ще одним рубежем захисту є герметична бетонна оболонка реакторного залу

(контайнмент) – фактично це багатощаровий високотехнологічний пиріг з бетону, арматури та листів надміцної сталі, що має дві самостійні оболонки - зовнішню та внутрішню. Контайнмент здатний витримати внутрішній водневий вибух, понад 6 атмосфер внутрішнього тиску та температуру близько 1000 °С майже добу. Таким чином, при повній відсутності електроенергії пасивні системи безпеки на сучасних АЕС забезпечують повне охолодження реактора протягом 3 діб.

Не менш важливим в плані радіаційної безпеки та фактичної утилізації РАВ і збройного плутонію є ядерні реактори на швидких нейтронах. Так, введений в експлуатацію в 2015 р. російський енергетичний реактор *БН-800* (Білоярська АЕС) є принципово новим реактором з натрієвим теплоносієм та сучасними пасивними системами безпеки, що використовує уран-плутонієве МОХ-паливо. При тепловій потужності 2100 МВт він має номінальну електричну потужність близько 880 МВт. Конструкція енергоблоку містить пасивні засоби впливу на реактивність, системи аварійного розхолодження через теплообмінники та піддон для збору розплавленого палива. Реактори даного типу (наступний БН-1200) дозволять сформувати екологічно чистий «замкнений» ядерний паливний цикл (за рахунок «утилізації» відпрацьованого ядерного палива з АЕС на теплових нейтронах та РАВ шляхом залучення в корисний виробничий цикл) та збільшити у 50 разів використання видобутого природного урану й інших радіоактивних матеріалів, що забезпечить атомну енергетику паливом на тривалу перспективу за рахунок його відтворення [3].

**Висновки.** Таким чином, вивчення техногенних небезпек, що пов'язані з аваріями на радіаційно небезпечних об'єктах, є необхідною умовою подальшого вдосконалення засобів і технологій сучасного навчального середовища в контексті нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності».

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Азаренков Н.А. Ядерная энергетика / Н.А. Азаренков, Л.А. Булавин, И.И. Залюбовский та ін. – Х.: ХНУ імени В.Н. Каразіна, 2012. – 535 с.
2. Безпека життєдіяльності. Курс лекцій: [навч. посіб. для студ. вищ. пед. навч. закл.] / А.І.Ткачук, О.В. Пуляк, С.О. Кононенко. – [перевид., доп. та переробл.]. – Кіровоград: ПП «ЦОП «Авангард». – 2013. – 184 с.
3. Бельтюков А.И. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем: [учебн. пос.; в 2 ч.] / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко и др. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 420 с.
4. ЗУ «Кодекс цивільного захисту України» від 02.10.2012 № 5403-VI.
5. ЗУ «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР.
6. ЗУ «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III.
7. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків : монографія / С.П. Іванюта, А.Б. Качинський. – К.: НІСД, 2012. – 308 с.
8. Національні доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2004-2015 рр. [Елек. ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.
9. Патон Б. Про стратегію розвитку ядерної енергетики в Україні / Б. Патон, О. Бакай, В. Бар'яхтар, І. Неклюдов // Світогляд. – 2010. – № 5. – С. 4-17
10. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей / Розробники: О.І. Запорожець, В.П. Садковий, В.О. Михайлюк, С.І. Осипенко та ін. – К., 2011. – 18 с.
11. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «Цивільний захист» для вищих навчальних закладів для всіх спеціальностей / Розробники: О.І. Запорожець, В.П. Садковий, В.О. Михайлюк, С.І. Осипенко та ін. – К., 2011. – 25 с.
12. Цивільний захист. Курс лекцій: [навч. пос. для студ. вищ. пед. навч. закл.] / А.І.Ткачук, О.В. Пуляк. – [перевид., доп. та переробл.]. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. – 184 с.

#### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ, СВЯЗАННЫХ С АВАРИЯМИ НА РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Ткачук Андрей

Статья посвящена изучению техногенных опасностей, связанных с авариями на радиационно опасных объектах, во время рассмотрения тем «Техногенные опасности и их последствия» и «Прогнозирование обстановки и планирование мероприятий защиты в зонах радиоактивного, химического и биологического заражения». Рассмотрены причины и последствия аварий на атомных электростанциях.

*Ключевые слова:* техногенные опасности, радиационно опасные объекты, аварии на атомных электростанциях.

*THE STUDY OF MAN-MADE HAZARDS RELATED TO ACCIDENTS AT RADIATION HAZARDOUS OBJECTS*

Tkachuk Andrii

This article is devoted to the study of man-made hazards related to accidents at radiation hazardous objects, when considering the topic «Man-made hazards and their consequences» and «Forecasting and planning environment protection measures in the areas of radiation, chemical and biological contamination» regulatory disciplines «Safety» and «Civil protection». Expand the causes and consequences of accidents at nuclear power plants with water-water reactors, in which water acts as coolant and moderator. Described additional passive

safety systems on modern generation nuclear reactors 3-3 + that prevent such scenarios (additional emergency water circulation system; system of hydrogen absorption; trap radioactive melt from the reactor core).

*Keywords:* man-made hazards, radiation hazardous objects, accidents at nuclear power plants.

#### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Ткачук Андрій Іванович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теорії і методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

*Коло наукових інтересів:* теорія та методика викладання нормативних дисциплін «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» і «Цивільний захист» у вищих навчальних закладах.

УДК [53.54-126]:378.147

### ПРИНЦИПИ ДОБОРУ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ МАТРИЦІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Трифорова Олена**

*Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка*

**Анотація.** *Стаття присвячена важливій проблемі методики вивчення технологій виготовлення композиційних матеріалів на різних матрицях. Розкрито загальні технологічні методи виготовлення полімерних та металевих волокнистих і шаруватих композиційних матеріалів – вирошування кристалів наповнювача в матриці безпосередньо в процесі виготовлення деталей. Застосування композиційних матеріалів забезпечує новий якісний стрибок у збільшенні потужності двигунів, енергетичних і транспортних установок, зменшенні маси машин і приладів. Запропоновані конкретні приклади використання композиційних матеріалів у різних сферах життя людини та наведені компоненти навчального матеріалу щодо ознайомлення студентів з новітніми технологіями. Вцілому наведений у статті матеріал покращить зміст професійної підготовки студентів та забезпечить формування їх професійної компетентності.*

**Ключові слова:** *композиційні матеріали, наповнювачі, технології, матриці, методика навчання.*

**Постановка проблеми.** Композити – багатокомпонентні матеріали, що складаються з полімерної, металеві, вуглецевої, керамічної або іншої основи (матриці), армованої наповнювачами з волокон, ниткоподібних кристалів, тонкодисперсних частинок і ін. Шляхом підбору складу та властивостей наповнювача і матриці, їх співвідношення, орієнтації наповнювача можна отримати матеріали з необхідним поєднанням експлуатаційних і технологічних властивостей. Використання в одному матеріалі декількох матриць (поліматричні композиційні матеріали) чи наповнювачів різної природи (гібридні композиційні матеріали) значно розширює можливості регулювання властивостей композиційних матеріалів. Армуючі наповнювачі сприймають основну частку навантаження композиційних матеріалів. Такі матеріали широко використовуються у виробництві, побуті. Відповідно є необхідність ознайомити студентів із їх властивостями та будовою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Галузь створення композиційних матеріалів є актуальною так як безпосередньо пов'язана з нанотехнологіями. Методика їх навчання студентів є важливою складовою формування фахівця даної галузі. Значних досягнень набули роботи В.С. Копаня, В.В. Васильєва, Ю.М. Тарнопольського, Р. Ролінгса та інших. Проте з методики навчання студентів новітніх технологій робіт мало.

**Мета статті** полягає в розробці елементів методики формування уявлень студентів про композиційні матеріали. Для досягнення поставленої мети були використані наступні **методи дослідження:** вивчення, узагальнення, систематизація науково-методичної та психолого-педагогічної літератури з теми дослідження.

**Виклад основного матеріалу.** В ході вивчення навчальних дисциплін, які у тій чи іншій мірі зв'язані з вивченням будови та структури речовин доцільно звернути увагу студентів на деякі особливості, зокрема на структуру наповнювача. За структурою наповнювача композиційні матеріали поділяють на:

- волокнисті, що армовані волокнами і ниткоподібними кристалами;
- шаруваті, які виготовлені на основі армованих плівок, платівок, шаруватих наповнювачів;
- дисперсноармовані, або дисперснозміцнені з наповнювачем у вигляді тонкодисперсних частинок.