

**В. І. Гаврилюк¹, С. С. Драпей¹, Б. В. Кайдик¹, В. І. Киришук¹, В. В. Пархоменко¹,
О. П. Романова¹, Г. М. Стрільчук², М. В. Стрільчук^{1,*}**

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

*Відповідальний автор: myst@kinr.kiev.ua

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ З ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ З ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ

Розглядаються дві технології навчання, розроблені й впроваджені Навчальним центром з фізичного захисту, обліку та контролю ядерного матеріалу імені Джорджа Кузмича Інституту ядерних досліджень НАН України в навчальний процес із підвищення кваліфікації з фізичного захисту: технологія навчання, заснована на застосуванні Навчально-тренувального майданчика «Комплекс інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту», що дає можливість слухачам отримувати практичні уміння та навички з оперативного управління і технічної експлуатації комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту, та технологія, заснована на використанні Інтерактивного навчального комплексу «АЕС з елементами системи фізичного захисту», що дозволяє в інтерактивному режимі перевіряти запропоновані слухачами конфігурації системи фізичного захисту АЕС на наявність вразливих маршрутів до цілей правопорушників. Обговорюються ефективність використання в навчальному процесі цих технологій, а також розроблення та впровадження Навчальним центром інших сучасних навчальних технологій.

Ключові слова: сучасні технології навчання, система фізичного захисту, комплекс інженерно-технічних засобів, інтерактивний навчальний комплекс, макет АЕС.

1. Вступ

Відповідно до законодавства України в системах фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання повинні використовуватися інженерно-технічні засоби, які відповідають досягнутому рівню науки й техніки [1]. Однією із засад, на яких проводиться державна політика з фізичного захисту, є визнання створення сучасних технічних засобів ідентифікації фізичних осіб, виявлення несанкціонованих переміщень фізичних осіб, зброї та вибухівки. Це один із пріоритетних напрямів розвитку науки й техніки [2].

За останні десятиріччя у світі розроблено різноманітні інженерно-технічні засоби, які значно підвищили надійність та ефективність функціонування систем фізичного захисту. Причому мова йде не тільки про кількість моделей та їхніх виробників, а й про різні фізичні явища й процеси, на яких ґрунтується робота цих інженерно-технічних засобів.

Необхідною умовою забезпечення фізичного захисту висококваліфікованими кадрами є застосування сучасних технологій навчання в процесі підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації фахівців у цій сфері. Відомо, що для організації ефективного та якісного навчального процесу, зокрема з підвищення кваліфікації з фізич-

ного захисту, необхідно проводити не тільки теоретичне навчання, а й здійснювати заходи з набуття слухачами навчальних курсів практичних умінь і навичок.

З 90-х років минулого століття на ядерних установках здійснювалися заходи з інтегрування існуючих інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту в комплекси, управління якими передбачалося здійснювати з єдиного пульта. Перші роки реалізації цих заходів показали, що як фахівці з фізичного захисту, так і керівники ядерних установок по-різному розуміли структуру й функції такого комплексу. З метою забезпечення єдиного підходу до створення комплексів інженерно-технічних засобів систем фізичного захисту Державна інспекція ядерного регулювання України своїм наказом увела в дію відповідний нормативно-правовий акт [3]. Виконання вимог цього акту потребувало підготовки фахівців з конструювання, проектування та експлуатації комплексів. Постало питання про створення нових технологій навчання, які б забезпечували чітке й об'єктивне уявлення про структуру й функції комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту, забезпечували вироблення умінь і навичок з експлуатації комплексів. Однією з таких технологій навчання, розроблених і впроваджених Навчальним центром з фізичного захисту, обліку та контролю ядерного матеріалу імені

Джорджа Кузмича Інституту ядерних досліджень НАН України (НЦДК) у навчальний процес з підвищення кваліфікації з фізичного захисту, є технологія, заснована на використанні Навчально-тренувального майданчика «Комплекс інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту». Головною перевагою цієї технології навчання, порівняно з іншими відомими, є надання слухачам знань, умінь і навичок з оперативного управління комплексом інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту та його технічної експлуатації в умовах, максимально наближених до умов експлуатації комплексів на діючих ядерних установках України. Інші ж технології навчання базуються на наданні слухачам знань, умінь і навичок роботи з окремими інженерними й технічними засобами чи їхніми функціональними групами.

Застосування в навчальному процесі Навчально-тренувального майданчика суттєво підвищило ефективність навчальних курсів, а також виявило необхідність розроблення інших нових технологій навчання, зокрема тих, що стосуються оцінки ефективності інженерно-технічних заходів при створенні систем фізичного захисту.

Тому наступною технологією навчання, розробленою НЦДК, стала технологія, яка заснована на використанні Інтерактивного навчального комплексу «АЕС з елементами системи фізичного захисту», який дозволяє в інтерактивному режимі перевірити запропоновані слухачами конфігурації системи фізичного захисту АЕС на наявність вразливих маршрутів пересування правопорушників до визначених ними цілей. Особливістю цієї технології навчання є те, що у слухачів формується чітке уявлення про залежність ефективності системи фізичного захисту від конфігурації системи.

Розглянемо тепер ці дві технології навчання більш детально.

2. Навчально-тренувальний майданчик «Комплекс інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту»

Вигляд ззовні Навчально-тренувального майданчика «Комплекс інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту» (НТМ «КІТЗ») представлено на рис. 1.

НТМ «КІТЗ» складається з автоматизованого інформаційно-управляючого комплексу технічних засобів (АКТЗ) й інженерних засобів. До складу АКТЗ входять технічні засоби АКТЗ, центральний пульт фізичного захисту і програмне забезпечення АКТЗ.

АКТЗ дозволяє:

а) протоколювати поточні події в системі фізичного захисту;



Рис. 1. Зовнішній вигляд НТМ «КІТЗ».

б) протоколювати та відображати сигнали тривоги на дисплеях робочих станцій оператора центрального пульта фізичного захисту (ЦПФЗ) та резервного пульта фізичного захисту (РПФЗ);

в) вести, підтримувати й зберігати інформаційну базу даних системи фізичного захисту у випадку аварії чи збоїв у роботі АКТЗ;

г) заносити в інформаційну базу даних системи фізичного захисту ідентифікаційні характеристики осіб, яким надане право доступу в зони обмеження доступу об'єкта, установлювати часові інтервали доступу й маршрути пересування кожної особи в зонах обмеження доступу (інтерфейс – служба перепусток);

г) програмувати режими роботи засобів виявлення, телевізійного спостереження та оцінки сигналів тривоги, засобів контролю та управління доступом (КУД);

д) відображати за пріоритетами на ЦПФЗ сигнали тривоги й відображати на дисплеях ЦПФЗ відеоінформацію про характер тривоги, місце спрацьовування засобу виявлення, напрям руху правопорушників, їхні характеристики;

е) операторам ЦПФЗ (РПФЗ) управляти засобами КУД, телеспостереження та оцінки сигналу тривоги;

е) оперативно відтворювати інформацію, що надходила на ЦПФЗ (РПФЗ) до моменту формування сигналу тривоги;

ж) готувати протоколи про функціонування НТМ «КІТЗ» в цілому й окремих технічних засобів АКТЗ зокрема.

Програмним забезпеченням АКТЗ є програмний пакет «Інтелект», який відповідає вимогам законодавства України, є захищеним від несанкціонованого доступу засобами обмеження та адміністрування доступу до змін його конфігурації. Програмний пакет «Інтелект» об'єднує у взаємозгоджену інфраструктуру функціональні групи технічних засобів: телеспостереження, виявлення, КУД і пожежну сигналізацію. Програмний

пакет «Інтелект» перетворює інформацію, отриману від різних функціональних груп технічних засобів, в єдине інформаційне середовище, в якому реалізовані функції оброблення, аналізу інформації та реагування на різні події за встановленим алгоритмом.

Програмний пакет «Інтелект» встановлено на центральному й резервному серверах. На робочій станції оператора ЦПФЗ (РПФЗ) встановлено тільки клієнтську частину програмного забезпечення (клієнтська програма) для управління й реагування на події в системі фізичного захисту, без можливості редагування та програмування функціональних контролерів АКТЗ.

Для доступу до клієнтської програми оператор проходить процедуру авторизації з використанням унікального імені й паролю користувача. Усі події, що відбулися в системі, та дії оператора документуються та архівуються в лог-файлі. Уся інформація, що збережена в оперативному архіві, може бути відображена в будь-який момент часу за запитом адміністратора (уповноваженої особи).

Для конфігурування програмного забезпечення в програмному пакеті «Інтелект» передбачено функцію «Налагодження». За допомогою цієї функції, у разі встановлення в АКТЗ нового обладнання, можна змінити функції програмного забезпечення.

На дисплеї робочих станцій оператора виводяться вікна, в яких відображається:

стан функціональних груп інженерно-технічних засобів, а саме: КУД, виявлення, телеспостереження;

вікно лог-файла.

Програмне забезпечення, що встановлене на резервному сервері, завжди працює в повному об'ємі навантажень й активується за умови, якщо ЦПФЗ не може виконувати свої функції. Уведення РПФЗ відбувається за 5÷15 с (на інших установках цей процес займає хвилини).

Дана технологія дає змогу виробити у слухачів уміння та навички щодо:

управління технічними й керованими інженерними засобами системи фізичного захисту з ЦПФЗ та можливості управління цими засобами з РПФЗ (у разі необхідності);

забезпечення однозначної оцінки операторами ЦПФЗ (РПФЗ) сигналів тривоги й прийняття ними оптимального рішення за результатами оцінки;

забезпечення програмування режимів роботи засобів виявлення, телевізійного спостереження та оцінки сигналів тривоги, КУД;

забезпечення ідентифікації особи на межах особливо важливих зон і життєво важливих місць

не менше, ніж за двома ознаками, одна з яких приналежна особі;

здійснення декількох функцій комплексу одним чи декількома технічними засобами, поєднаними у функціональні групи;

забезпечення маршрутизації в автоматичному режимі;

зберігання інформації, що надходить до бази даних системи фізичного захисту, про функціонування НТМ «КТЗ» чи його складових, несанкціоновані дії щодо об'єкта, його систем, устаткування, приладів, пристроїв й оперативне надання цієї інформації визначеним користувачам.

3. Інтерактивний навчальний комплекс «АЕС з елементами системи фізичного захисту»

Інтерактивний навчальний комплекс складається з:

макета АЕС з елементами системи фізичного захисту;

апаратно-програмного модуля.

Макет АЕС з елементами системи фізичного захисту призначений для визначення конфігурації системи фізичного захисту АЕС. Апаратно-програмний модуль призначений для перевірки запропонованих слухачами конфігурацій системи на наявність вразливих маршрутів, тобто недоліків системи фізичного захисту.

Макет АЕС з елементами системи фізичного захисту складається з:

майданчика АЕС з трьома енергоблоками ВВЕР-1000, іншими спорудами АЕС;

елементів системи фізичного захисту (фізичні бар'єри на межах зон обмеження доступу, засоби виявлення, засоби телеспостереження та оцінки сигналу тривоги, засоби контролю та управління доступом).

На макеті енергоблоки й пов'язані з ними будівлі й споруди, фізичні бар'єри на межах зон обмеження доступу є стаціонарними, інші елементи макета пересувні.

Розмір макета 2 × 3 м. Модель кожної споруди й кожного елемента системи фізичного захисту має свій ідентифікаційний номер (ID). Паспортні дані характеристик усіх моделей споруд та елементів системи фізичного захисту знаходяться в базі даних. На верхній поверхні кожної моделі нанесено штрих-код розрядністю 1 байт для кодування ID моделі й аббревіатури типу моделі.

Апаратно-програмний модуль складається з робочої станції та сервера баз даних, які по локальній мережі зв'язані з контролером (рис. 2). Управління системою освітлення, чотирма цифровими камерами для отримання інформації про

розташування пересувних елементів й передачі її USB каналом здійснюється контролером. До складу робочої станції входять два мультимедійних проектори для відображення поточної ситуації як на екрані, так і безпосередньо на макеті, а також інтерактивна дошка для зворотного зв'язку. На робочій станції встановлюються програма

моделювання та програма конфігурування комплексу.

Програма моделювання забезпечує побудову тримірної сцени макета в DirectX 11, при цьому моделі окремих споруд АЕС й елементів системи фізичного захисту створені в середовищі 3Ds MAX (рис. 3).

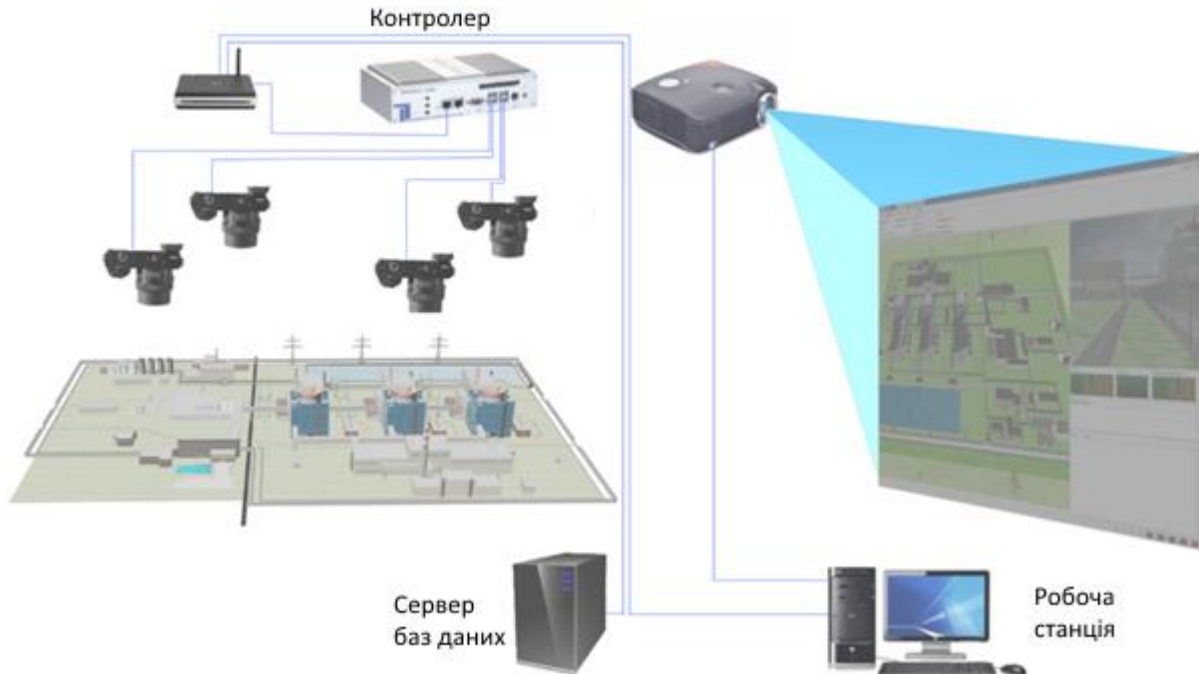


Рис. 2. Схематичне зображення Інтерактивного навчального комплексу «АЕС з елементами системи фізичного захисту».



Рис. 3. 3D модель АЕС з елементами системи фізичного захисту.

Після встановлення елементів системи фізичного захисту макет сканується камерами й здійснюється розпізнавання штрих-кодів, а також положень і кутів повороту елементів (рис. 4).

Потім аналізуються елементи фізичного захисту, а саме визначаються пари передавач-приймач

для активних засобів виявлення, будуються зони виявлення і зони спостереження для всіх засобів, проводиться візуалізація сцени на сенсорному екрані (рис. 5). Зони виявлення, маршрути правоохоронника і груп реагування проектується безпосередньо на макет, як показано на рис. 6.

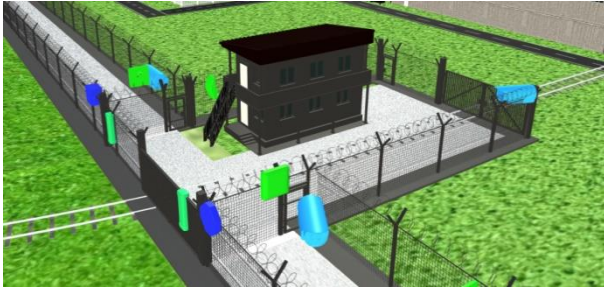


Рис. 4. Моделі елементів фізичного захисту.

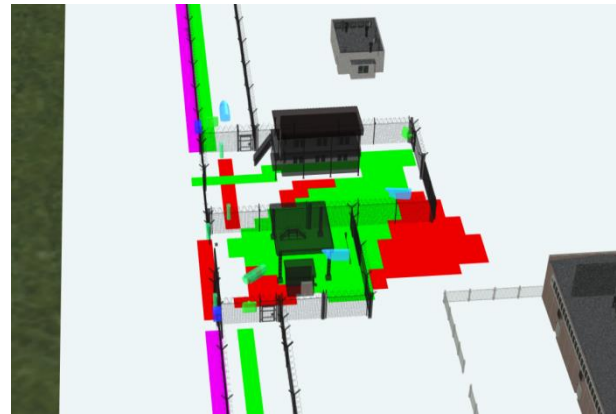


Рис. 5. Візуалізація зон виявлення на сенсорному екрані.

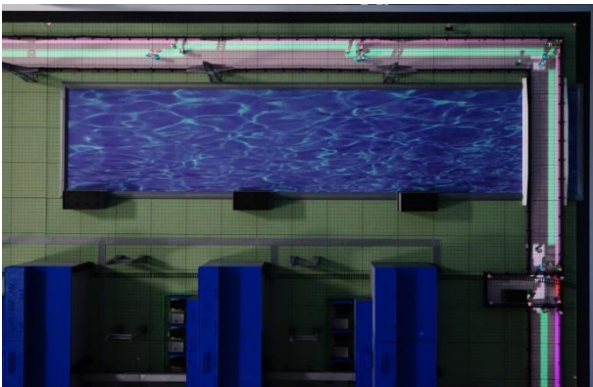


Рис. 6. Візуалізація зон виявлення на макеті АЕС.

Після цього будується граф розміром 300×200 вузлів і розраховуються ваги кожного вузла залежно від положення будівель, фізичних бр'єрів, засобів виявлення, топології місцевості й дій підрозділів з охорони. З урахуванням вибраного масштабу $1 : 300$ така кількість вузлів дозволяє описувати траєкторію руху правопорушника й груп реагування з кроком 3 м.

Проводиться пошук на графі найоптимальнішого шляху правопорушника (для системи фізичного захисту це буде критичний шлях) до визначеної сценарієм цілі в режимі реального часу при заданій точці входу.

Відповідно до моделі будується граф, де кожна клітинка є вершиною x_i неорієнтованого графа $G = (V, E)$, де V – множина вершин графа, а E – множина дуг (з'єднання клітинок), що визначаються матрицею ваги $C = [c_{ij}]$. Задача полягає в знаходженні найоптимальнішого шляху від заданої початкової вершини x_0 до заданої кінцевої вершини x_f за умови, що такий шлях існує. Для розв'язання цієї задачі використовувався алгоритм Дейкстри знаходження найоптимальнішого шляху при $c_{ij} \geq 0$. Цей метод оснований на приписуванні до вершин графа тимчасових позначок $l(x_i)$. Позначка вершини вказує на верхню межу довжини шляху від x_0 до цієї вершини x_i . Величини $l(x_i)$ поступово зменшуються за допомогою

ітераційної процедури, і на кожному кроці ітерації точно одна з тимчасових позначок стає постійною $l(x_i)$. Останнє вказує на те, що позначка $l(x_i)$ вже не є верхньою межею, а дає точну довжину найоптимальнішого шляху від x_0 до вершини x_i .

Пошук найоптимальнішого шляху включає в себе 5 кроків.

Крок 1. Створити набір усіх неперевіраних вузлів, які називаються неперевіраним набором. Покласти $l(x_0) = 0$ і вважати цю позначку постійною. Покласти $l_i(x_i) = \infty$ для всіх інших вершин (неперевіраних), а шлях призначити як $l(p) = l(x_0)$.

Крок 2. Для поточного вузла $l(p)$ розглянути всіх його неперевіраних сусідів й обчислити їхні відстані через поточний вузол. Порівняти нову розрахункову відстань до поточного заданого значення та призначити менший відповідно до вилучення

$$l(x_i) \leftarrow \min[l(x_i), l(p) + c(p, x_i)].$$

Крок 3. Серед усіх вершин з тимчасовими позначками знайти таку, для якої

$$l(x_i^*) \leftarrow \min[l(x_i)].$$

Крок 4. Коли будуть розглянуті всі неперевірені сусіди поточного вузла, поточний вузол позначається як відвіданий та вилучається з неперевіреного набору. Відвідуваний вузол у подальшому не буде перевірятися. Шлях призначається як $l(x_i^*) = l(x_0)$.

Крок 5. Якщо цільовий вузол позначено як перевірений, при плануванні маршруту між двома конкретними вузлами, $x_i = x_f$, робота алгоритму завершується, і $l(p)$ вказує на найоптимальніший шлях. В іншому випадку вибирається неперевірений вузол, позначений найменшою попередньою вагою, та встановлюється як новий поточний вузол $l(p)$ і робота алгоритму продовжується з кроку 2.

Сценарієм також визначається завдання правопорушника – у разі диверсії йому достатньо дійти до вибраної цілі, у той час як у разі крадіжки ядерного матеріалу правопорушник повинен покинути межі станції. За наявності неконтрольованої ділянки забороненої зони правопорушник вибере її точкою входу й через відсутність засобів виявлення матиме значну перевагу над групами реагування.

Якщо точка входу не задана, то проводиться аналіз системи фізичного захисту на наявність вразливих маршрутів і розробляється маршрут, який враховує ймовірність виявлення засобами фізичного захисту й найоптимальніший шлях до цілі. При попаданні правопорушника в зону виявлення елементів фізичного захисту або в зону спостереження патруля виробляється сигнал тривоги й з затримкою, визначеною конфігурацією, групи реагування починають переслідування правопорушника. Якщо правопорушник потрапляє у зону спостереження відеокамери, зображення з неї виводиться на тривожний екран (рис. 7).



Рис. 7. Зображення з відеокамери.

Управління діями груп реагування можна здійснювати як в автоматичному, так і в ручному режимах. При застосуванні автоматичного режиму найоптимальніший шлях групи реагування розраховується покроково (відрізками довжиною 3 м) до точки переривання дій правопорушника. При застосуванні ручного режиму слухачі самі встановлюють місце, де відбудеться переривання дій правопорушника, тому розрахунок найоптимальнішого шляху проводиться між положенням групи реагування і точкою переривання дій правопорушника, заданою слухачами.

І нарешті, виконується динамічний перерахунок ваги вузлів графа, залежно від зміни обстановки (потрапляння в поле зору відеокамер, патруля чи групи реагування), подальший розрахунок до моменту переривання дій правопорушника чи виконання правопорушником своєї задачі

й візуалізація в реальному часі маршрутів руху груп, як показано на рис. 8 (в автоматичному режимі), чи виведення маршрутів на екран (у ручному режимі) після переривання дій правопорушника групою реагування для аналізу поведінки правопорушника й групи реагування.

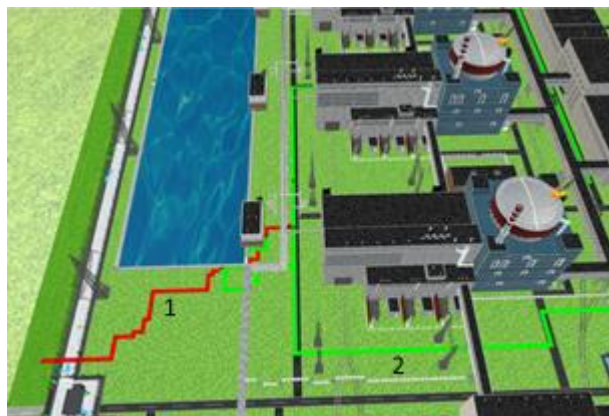


Рис. 8. Маршрути правопорушника (червона - 1) і груп реагування (зелені (2) лінії).

Програма конфігурування комплексу забезпечує запис у базу даних уніфікованих ієрархічних конфігурацій всіх елементів макета. У базі даних конфігурацій елементів макета задаються моделі: будівель і споруд, правопорушника, групи реагування, фізичних бар'єрів, засобів виявлення, засобів телеспостереження та оцінки сигналу тривоги, засобів контролю та управління доступом.

Місцезнаходження цілей правопорушника включено в базу даних. Ціллю правопорушника може бути, наприклад, реакторний зал, машинний зал енергоблока, сховище джерел іонізуючого випромінювання тощо. Кожна ціль правопорушника позначається у вигляді маркера, який можна встановити програмно в місці знаходження цілі на макеті.

Управління групою реагування може виконуватися в автоматичний або ручний спосіб. У разі застосування автоматичного способу діями групи реагування управляє комп'ютер, положення правопорушника й траєкторії пересування групи відображаються на екрані інтерактивної дошки. У разі застосування ручного способу діями групи реагування управляють слухачі курсу. При цьому ціль обирається програмою, виходячи з переліку цілей, випадковим чином і не відображається на екрані інтерактивної дошки. Положення правопорушника і його напрямку руху відображаються на екрані тільки в місцях, де є в наявності засоби виявлення, телевізійного спостереження чи патруль. Слухачі можуть визначити ймовірну ціль, до якої, на їхню думку, рухається правопорушник, і вказати кінцеву точку маршруту для групи реагування або спрямовувати групу реагування через

проміжні точки маршруту. Якщо слухачі за діями правопорушника зрозуміють, що напрямок вибраний невірний, групу реагування можна спрямувати за іншим маршрутом.

4. Висновки

Використання описаних вище двох новітніх технологій навчання дає змогу слухачам курсів бути не спостерігачами тих чи інших процесів у системі фізичного захисту, а бути активними учасниками цих процесів. Так, НТМ «КІТЗ» дозволяє слухачам втручатися в роботу технічних засобів АКТЗ. Також є можливість вивчати характеристики цих засобів у різних умовах, налаштовувати засоби й змінювати їхні характеристики. Саме надання слухачам курсів певної свободи дій при виконанні завдань щодо оперативного управління та технічної експлуатації НТМ «КІТЗ» дає змогу отримати максимально повні відповіді на питання, що цікавлять слухачів як професіоналів.

Крім того, НТМ «КІТЗ» може бути використаний і для випробувань сучасних технічних засобів ідентифікації фізичних осіб, виявлення несанкціонованих переміщень фізичних осіб, ядерних та інших радіоактивних матеріалів, зброї, вибухівки, розроблених в Україні. На реальних ядерних установках й інших радіаційно небезпечних об'єктах провести такі повномасштабні випробування просто неможливо з міркувань безпеки об'єктів. З моменту створення НТМ «КІТЗ» ціла низка фірм і організацій уже скористалася такою можливістю.

З іншого боку, Інтерактивний навчальний комплекс «АЕС з елементами системи фізичного захисту» дозволяє слухачам виявити всі недоліки запропонованої ними конфігурації системи фізичного захисту досить швидко, а завдяки інтерактивності ще й наочно. І хоча самі конфігурації системи фізичного захисту можуть бути досить складними та максимально наближеними до конфігурації системи фізичного захисту АЕС, під час практичних занять можна чітко й детально проаналізувати ефективність як різних груп технічних засобів системи фізичного захисту, так і кожного окремого засобу також.

Необхідно зазначити, що підхід та напрацювання, які було використано при створенні Інтерактивного навчального комплексу «АЕС з елементами системи фізичного захисту» при збільшенні точності розрахунків можуть бути також застосовані при розробці сучасного програмного коду для оцінки вразливості реальних ядерних установок й інших радіаційно небезпечних об'єктів України. Звичайно, це дуже складне завдання, оскільки створена конфігурація системи фізичного захисту,

включаючи детальну топографію місцевості й точне розташування усіх будівель, повинна абсолютно точно відповідати конфігурації системи фізичного захисту об'єкта. Але з іншого боку, при такому конфігуруванні часові обмеження практично відсутні (оскільки нема потреби вкладатися в розклад практичних занять якогось навчального курсу). Головною проблемою при цьому може стати ще й той факт, що практично вся інформація, необхідна для створення конфігурації системи фізичного захисту об'єкта, є інформацією з обмеженим доступом.

Тепер ми ясно усвідомлюємо і реально бачимо на практиці, що застосування НЦДК обох сучасних технологій навчання під час проведення курсів з підвищення кваліфікації фахівців з фізичного захисту:

сприяє розвитку в них навиків комунікації і колективної взаємодії;

дає можливість чітко формулювати і висловлювати свою позицію, адекватно сприймати й оцінювати інформацію;

сприяє розвитку таких професійних якостей, як уміння аналізувати, критично мислити, прогнозувати розвиток надзвичайних і кризових ситуацій на ядерних установках і шляхи виходу з цих ситуацій.

Крім того, досвід НЦДК, накопичений після впровадження нових технологій навчання з підвищення кваліфікації українських фахівців з фізичного захисту, чітко демонструє, що ці технології дозволяють:

реально підвищити ефективність систем фізичного захисту ядерних та інших радіоактивних матеріалів і пов'язаних з ними установок;

зменшити негативний впливу людського фактора на забезпечення безперервного функціонування систем фізичного захисту;

зробити відповідний внесок у забезпечення національної безпеки України та подальше зміцнення режиму нерозповсюдження ядерної зброї.

Прямим наслідком застосування новітніх технологій навчання є той факт, що завдяки цим технологіям фахівцям НЦДК вдалося збільшити частку практичних занять до 40 ÷ 60 % від навчального часу для багатьох курсів. З іншого боку, непрямим наслідком застосування цих технологій навчання є той факт, що саме з урахуванням можливостей НТМ «КІТЗ» фахівцями НЦДК були розроблені навчальні програми й матеріали цілої низки нових курсів, що проводяться для конкретних категорій фахівців з фізичного захисту й охорони. Цікаво відзначити, що деякі з цих нових курсів, як «Управління системою фізичного захисту» та «Роль та завдання підрозділу з охорони в системі фізичного захисту ядерної установки»,

розраховані на 72 та 80 год відповідно, навчальний курс «Пульт фізичного захисту: призначення, оперативний персонал пульта та його функції» - аж на 144 год. Звичайно, що без НТМ «КІТЗ» це було б просто фізично неможливо.

І наостанок, треба зазначити, що фахівці НЦДК продовжують розробляти й впроваджувати сучасні навчальні технології в навчальний процес з підвищення кваліфікації з фізичного захисту. Однією з таких нових навчальних технологій є така, що використовує Багатофункціональний корпус ситуаційних вправ (КСВ), що також розроблено в НЦДК, з метою навчання персоналу підрозділів фізичного захисту та сил допомоги зовні. КСВ інтегровано з НТМ «КІТЗ» для відпрацювання дій з реагування на надзвичайні та кри-

зові ситуації всередині приміщень захищених зон. Головна мета, яка при цьому ставиться, – це чітка координація та узгодженість у роботі різних служб при виконанні вимог фізичного захисту щодо охорони та оборони об'єктів підвищеної небезпеки.

Щира подяка нашим американським колегам за фінансову та методичну допомогу з Тихоокеанської північно-західної національної лабораторії Міністерства США у створенні НТМ «КІТЗ» та Агентству зі зменшення загрози Міністерства оборони США і його генпідприємцю «Парсонс Гавернмент Сервісез Інтернешнл, Інк» у створенні Інтерактивного навчального комплексу «АЕС з елементами системи фізичного захисту».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [Правила фізичного захисту ядерних установок та ядерних матеріалів. Затверджено Наказом Державного комітету ядерного регулювання України № 116 від 04.08.2006. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2006 р. за № 1067/12941.](#)
2. Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання. Закон України № 2064-III від 18 жовтня 2000 р. [Відомості Верховної Ради України \(ВВР\) 1 \(2001\) 1.](#)
3. [Вимоги до комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання. Затверджено Наказом Державного комітету ядерного регулювання України № 176 від 05.12.2011. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 23 грудня 2011 р. за № 1505/20243.](#)

**V. I. Gavrilyuk¹, S. S. Drapej¹, B. V. Kaidyk¹, V. I. Kirischuk¹, V. V. Parkhomenko¹,
O. P. Romanova¹, G. M. Strilchuk², M. V. Strilchuk^{1,*}**

¹ *Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

*Corresponding author: myst@kinr.kiev.ua

APPLICATION OF MODERN LEARNING TECHNOLOGIES ON DEVELOPMENT OF QUALIFICATION IN PHYSICAL PROTECTION

Two training technologies, developed and implemented by the George Kuzmich Training Center for Physical Protection, Accounting and Control of Nuclear Material of the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine in the training process for advanced training in physical protection, are considered. The first is a training technology based on the use of the Training ground “Complex of engineering and technical means of a physical protection system”, which enables students to acquire practical skills in operational management and technical operation of a complex engineering and technical means of a physical protection system. The second is a technology based on the use of the Interactive training complex “Nuclear Power Plant with elements of the physical protection system”, which allows interactively checking the configurations of the nuclear power plant physical protection system proposed by the students for the presence of vulnerable routes to the targets of adversaries. The effectiveness of using these technologies in the training process is discussed, as well as the development and implementation of other modern training technologies by the Training Center.

Keywords: modern training technologies, physical protection system, complex of engineering and technical means, interactive training complex, nuclear power plant model.

REFERENCES

1. Rules for the physical protection of nuclear installations and nuclear materials. Approved by the Order of the State Committee for Nuclear Regulation of Ukraine No.116 of 04.08.2006. Registered at the Ministry of Justice of Ukraine on September 21, 2006 under No. 1067/12941. (Ukr)
2. On the physical protection of nuclear installations, nuclear materials, radioactive waste, and other sources of ionizing radiation. Law of Ukraine No. 2064-III of October 18, 2000. Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy (VVR) 1 (2001) 1. (Ukr)
3. Requirements to the complex of engineering and technical means of the system of physical protection of nuclear installations, nuclear materials, radioactive waste, other sources of ionizing radiation. Approved by the Order of the State Committee for Nuclear Regulation of Ukraine No. 176 dated 05.12.2011. Registered at the Ministry of Justice of Ukraine on December 23, 2011, for No. 1505/20243. (Ukr)

Надійшла/Received 18.01.2021