

ЕНЕРГОЖИВЛЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІНЖЕНЕРНО–ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЗАХИСТУ В УМОВАХ ДОВГОТРИВАЛИХ ЗНЕСТРУМЛЕНЬ

Системи фізичного захисту в умовах сьогодення відіграють ключову роль у підтримці ядерної захищеності та забезпеченні нормального функціонування об'єктів галузі атомної енергетики. Враховуючи можливу відсутність електричного живлення, зумовлену ракетними ударами в умовах війни, ворог чи правопорушники можуть скористатись вразливістю системи фізичного захисту, засоби якої будуть знеструмленими, що може призвести до неприйнятних радіаційних наслідків [1] в результаті вдало здійснених неправомірних дій (диверсії, крадіжки, тощо).

Тому до засобів живлення комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту, відповідно до законодавства, висувається ряд вимог виконання яких в процесі проектування, будівництва чи експлуатації системи фізичного захисту має на меті унеможливлення відмови засобів живлення чи мінімізацію вірогідності виникнення збоїв роботи надійного електропостачання обладнання системи фізичного захисту.

Важливим етапом забезпечення безперебійного функціонування системи фізичного захисту в умовах довготривалих аварійних відключень електроенергії є підбір генераторної установки.

В даній роботі об'єктом дослідження є захищеність об'єктів критичної інфраструктури в умовах довготривалих відключень електроенергії, а предметом дослідження – система електроживлення комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту. У роботі проведено аналіз наявної нормативно–правової документації щодо фізичного захисту та наведено методика підбору генераторної установки, а також варіант інтеграції установки в схему засобів живлення комплексу інженерно–технічних засобів. Основним методом процесу з підбору вказаного обладнання є порівняння та аналіз параметрів вказаних виробником з параметрами та характеристиками, що будуть відповідати вимогам діючої нормативно–правової документації та потребам навчального центру в забезпеченні електроенергією того чи іншого обладнання. Наведений в роботі спосіб є універсальним в застосуванні та може бути масштабований на інші об'єкти критичної інфраструктури, де необхідно забезпечити засоби живлення резервом потужності в умовах довготривалих аварійних відключень джерел промислового живлення.

Ключові слова: *система фізичного захисту, генераторна установка, засоби живлення, комплекс інженерно–технічних засобів, аварійне відключення електроенергії.*

Вступ

Засоби електроживлення – дуже важлива складова комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту ядерних установок, об'єктів поводження з ядерними матеріалами, радіоактивними відходами чи іншими джерелами іонізуючого випромінювання або критичної інфраструктури.

Комплекс інженерно–технічних засобів повинен забезпечити завчасне виявлення та ідентифікацію правопорушника ще на підступах до об'єкту, що охороняється, а також унеможливити потрапляння та/або ускладнити шляхи потрапляння правопорушника на об'єкт шляхом установки засобів виявлення, телевізійного спостереження, або ж установкою різноманітних фізичних бар'єрів на імовірному маршруті правопорушника. До таких засобів входить велика кількість пристроїв, які потребують надійного електропостачання. Наприклад, різноманітні пульти керування, сервери, переговорні пристрої, комутаційні апарати, засоби відеоспостереження, датчики, турнікети на прохідних, електроприводи воріт тощо [2].

Згідно закону України [1], метою фізичного захисту ядерних матеріалів, ядерних установок, радіоактивних відходів та інших джерел іонізуючого випромінювання є забезпечення національної безпеки, запобігання та припинення можливих диверсій, крадіжок або будь-якого іншого незаконного доступу до ядерного матеріалу, радіоактивних відходів і інших джерел іонізуючого випромінювання, а також підтримання режиму нерозповсюдження ядерної зброї.

Зважаючи на надзвичайну важливість даної мети, до комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту висунутий перелік вимог, що зафіксовані в відповідному нормативному

документі, а саме «Вимоги до комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» [3].

Мета та завдання роботи

Метою роботи є забезпечення комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту джерелом автономного живлення, що буде відповідати вимогам нормативно-правової документації, шляхом підбору обладнання та визначення способу інтеграції його в мережу. Для досягнення мети у роботі виконано наступні завдання:

- 1) проведено аналіз діючих у сфері фізичного захисту нормативно-правових документів;
- 2) виконано аналіз наявного обладнання у навчальному центрі та здійснено оцінку необхідного електрозабезпечення;
- 3) проведено підбір генераторної установки на випадок відсутності мережевого електроживлення.

Вимоги до засобів живлення комплексу інженерно-технічних засобів

У пункті 2.9.2 вимог до комплексу інженерно-технічних засобів (КІТЗ) [3] згадано і про засоби живлення. Таким чином, засоби електроживлення мають забезпечувати:

- 1) електроживлення від двох взаєморезервуючих незалежних промислових джерел з напругою 380/220 В з частотою 50 Гц;
- 2) автоматичний перехід на резервне джерело електроживлення;
- 3) відсутність впливу на роботу КІТЗ перехідних процесів при будь-яких перемиканнях засобів електроживлення;
- 4) необхідний резерв потужності;
- 5) автономне живлення КІТЗ не менше 4 годин в разі відсутності промислового живлення;

Також, згідно [4], засоби електроживлення КІТЗ повинні бути обладнаними пристроями, що забезпечують:

–формування та передавання на центральний чи локальний пульти фізичного захисту, інформації про стан засобів електроживлення, несанкціоноване втручання в їх роботу;

–можливість ручного чи автоматичного управління засобами електроживлення.

Засоби електроживлення КІТЗ повинні бути захищені від впливу електромагнітних полів техногенного та природного походження.

В процесі роботи над магістерською дисертацією [2] було проведено дослідження, в ході якого описано спосіб приведення засобів живлення у відповідності до вказаних вище вимог. Зокрема у роботі приведено рекомендації та алгоритм дій щодо приведення у відповідність вимогам промислового живлення, а також розглянуто декілька варіантів джерел, що зможуть забезпечити роботу комплексу не менше ніж на 4 години автономним живленням у разі відмови обох джерел промислового живлення. В процесі дослідження було визначено такі варіанти джерел резервного живлення: генераторна установка, система накопичення електроенергії з акумуляторними батареями та інвертор, а також варіант з системою накопичення електренигії, гібридного інвертора та фотоелектричними панелями.

Останній з описаних варіантів виявився дуже перспективним попри високі капіталовкладення реалізації даного проекту. Описана система розкриє повністю свій потенціал лише за наявності генераторної установки. До недоліків запропонованої системи можна віднести відсутність можливості ручного управління частиною засобів та високу вартість, а також те, що комплекс обладнання складається з багатьох компонентів як фізичних так і програмних, потенційний вихід з ладу яких становить загрозу забезпечення електроенергією комплексу інженерно-технічних засобів. Не зважаючи на перераховані недоліки, даний варіант потребує подальшого більш детального опрацювання і прорахунку та адаптації під вимоги до засобів живлення, адже в перспективі дана система крім окупності може принести і прибуток, а за потреби зможе забезпечити повну автономність обладнання від промислових джерел живлення. Також даний варіант системи можна масштабувати під різні потреби та різний бюджет (наприклад, для забезпечення електроенергії лише певного обладнання системи фізичного захисту). Проте в ході реалізації описаного процесу було визначено, що саме генераторна установка буде оптимальним варіантом для Навчально-наукового центру підтримки ядерної захищеності, адже вона задовольняє параметру «ціна/якість», повністю відповідає вимогам чинного законодавства, є надійною і має мінімальну кількість обладнання у своєму складі.

Тому для здійснення аналізу нормативного документу [3], вважаю необхідним спробувати підібрати саме генераторну установку для комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту, використовуючи дані вимоги. Такий спосіб, на мою думку, дасть змогу на прикладі більш якісно оцінити дані вимоги щодо актуальності і повноти описаної інформації. Було проведено аналіз переваг та недоліків кожного варіанту, а також проаналізовано відповідність кожного з варіантів вимогам законодавства.

Щоб підібрати генераторну установку необхідно звернути увагу на пункти 1, 2, 4, 5 представлених вище вимог.

Підбір генераторної установки

Генераторна установка забезпечує автономне живлення комплексу інженерно–технічних засобів у разі відмови двох промислових джерел живлення

Деякі параметри необхідної генераторної установки відомі з вимог до засобів живлення, а саме: напруга (220/380 В), частота (50 Гц) та робочий цикл (автономна робота на протязі не менше ніж 4 год). Разом з тим, для підбору генераторної установки необхідно знати, яку потужність споживача вона має заживити. Для визначення даної потужності необхідно здійснити аналіз обладнання, встановленого на об'єкті.

Інформація щодо конкретного обладнання комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту реальних об'єктів (ядерних установок та інших підприємств, що поводяться з радіоактивним матеріалом) відноситься до інформації з обмеженим доступом, тому в магістерській дисертації [2] було прийнято рішення працювати надалі з моделлю комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту. В якості такої моделі було обрано Навчальний комплекс систем фізичного захисту Навчально–наукового центру підтримки ядерної захищеності на базі Навчально–наукового інституту атомної та теплової енергетики. В навчальному комплексі створено систему фізичного захисту з відповідним обладнанням комплексу інженерно–технічних засобів. Робота у навчальному центрі забезпечила доступ до інформації та обладнання системи, яка імітує систему реального об'єкту та не ставить під загрозу безпеку реального об'єкту, але дозволяє масштабувати результат для застосування, в залежності від потреб, у забезпеченні безперервного функціонування системи фізичного захисту реальних об'єктів критичної інфраструктури. В даній статті використано описану вище модель та інформацію з розділу про генераторну установку з магістерської дисертації [2].

Споживчу потужність обладнання, що має жити генераторна установка можна визначити за допомогою використання проекту на виконання електромонтажних робіт, де зазвичай вказують орієнтовну розраховану потужність споживання. Через відсутність доступу до даного проекту, було прийнято рішення визначити потужність, яку споживає обладнання шляхом вимірювання її в реальному часі, оскільки комплекс функціонує. Цей параметр визначено шляхом заміру струмовимірювальними кліщами UNI-T UT201 сили струму, що проходить через провідник, який живить обладнання. Зовнішній вигляд струмовимірювальних кліщів зображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд струмовимірювальних кліщів

Результати вимірювань отримані в одиницях сили струму (А) та наведені у таблиці 1.

Загальну потужність розраховано за законом Ома для однофазного кола.

Потужність обладнання навчального центру, яке має жити генераторна установка, складає 6,1 кВт. Для виконання пункту 4 вимог до засобів живлення комплексу інженерно–технічних засобів додамо до потужності, яку отримуємо в результаті вимірювань 30 – 40 % запасу, що забезпечить необхідний резерв потужності для можливого підключення додаткового обладнання, а також, згідно рекомендації виробників генераторних установок, такий запас забезпечить оптимальну роботу генераторної установки (генераторна установка не повинна працювати з 100 % навантаженням). Виходячи з цього, потужність генераторної установки, яка задовольнить параметр вихідної потужності, повинна сягати не менше 8 кВт.

Для того щоб генераторна установка змогла забезпечити не менше 4 год автономної роботи обладнання, необхідно щоб характеристика її робочого циклу складала не менше 4 годин (час безперервної роботи). На сьогодні, майже всі представлені на ринку генераторні установки відповідають заданому параметру (за даними паспорту обладнання виробника).

Таблиця 1 – Результати вимірювання споживання електроенергії

№	Обладнання	Фактичне споживання, А
Навчальний комплекс систем фізичного захисту		
1	Трипод	0,171
2	Стенд "КУД"	0,1
3	Стенд "Засоби виявлення"	0,077
4	Стенд "Засоби телевізійного спостереження"	0,375
5	Робоче місце викладача	1,15
6	Робочі місця (9шт)	8,68
7	Серверна шафа	1,5
8	Принтер	2,8
9	Освітлення (6шт)	1,043
10	Кондиціонер	4,545
Навчальний комплекс комп'ютерного моделювання		
11	Робочі місця (3шт)	2,9
12	Освітлення (12шт)	2,086
13	Робоче місце викладача	0,995
14	Серверна шафа	1,5
Сума:		7,481
Загальне споживання центру, А:		27,922
Загальна споживана потужність центру в кВт при напрузі 220В ($P=I \times U$):		6,143

Оскільки до автономного живлення у разі відмови промислового джерела не висуното більше вимог, підібрано бензиновий генератор Mатарі МХ13003ЕА- АТS. Дана установка забезпечує вихідну напругу 220/380 В з частотою 50 Гц, номінальна потужність 9 кВт, а робочий цикл складає 12 год. Генератор відноситься до «побутового класу», проте задовольняє висунутим вимогам. Виробник даного обладнання приділяє велику увагу якості виробництва, генератор має оптимальну ціну та якість, в комплект вже входить пристрій автоматичного вводу резерву (АВР), що необхідний для автоматичного переходу і запуску генераторної установки в разі відсутності двох промислових джерел електроживлення. Також дана модель має відносно невелику витрату палива (3 л/год при 60% навантаженні). Загальний вигляд даної установки зображено на рисунку 2 [4], з детальними характеристиками можна ознайомитись на сайті виробника [4]. Вартість такої установки складає 110 000 грн.



Рисунок 2 – Загальний вигляд генераторної установки з АВР

За результатом приведення засобів промислового живлення у відповідності до вимог, а також правильно підібраної генераторної установки та супутнього обладнання до неї, підключення її в мережу Навчально-наукового центру підтримки ядерної захищеності схема електроживлення набуде вигляду, що зображено на рисунку 3.

Інтеграція генераторної установки в мережу навчального центру має бути реалізована на ділянці ланцюга між пристроєм автоматичного вводу резерву зі сторони пристроїв обіку джерел промислового живлення та розподільчим щитом Навчального комплексу систем фізичного захисту.

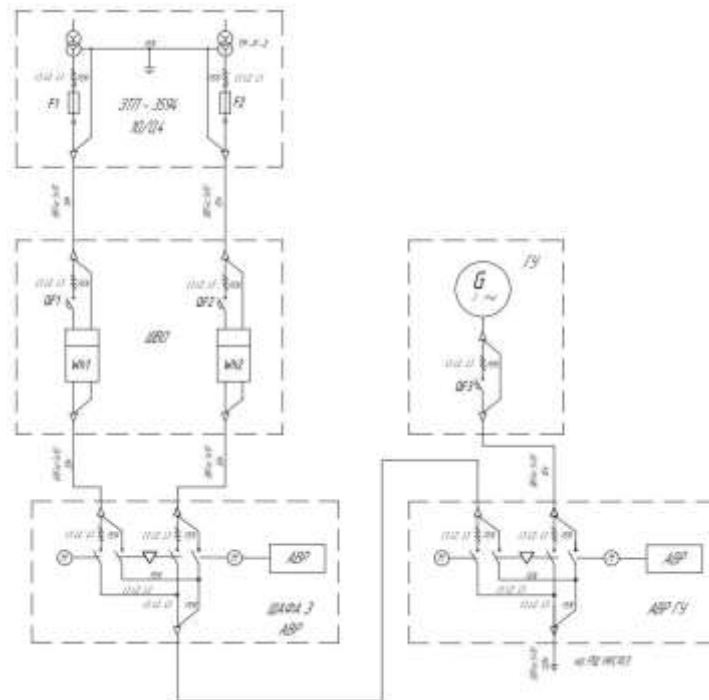


Рисунок 3 – Схема електроживлення навчального центру

Рекомендації до нормативних документів, що регламентують електрозабезпечення

В процесі підбору генераторної установки виникали питання та зауваження, які вважаю доцільним проаналізувати. Зокрема, в пункті 1 вимог до засобів живлення вказано напругу 220/380, проте на сьогодні все менше обладнання комплексу інженерно–технічних засобів потребує живлення 380 В, що пов'язано із покращенням доступних технологій обладнання, наприклад частотні перетворювачі, інвертори, пристрої плавного пуску, нові редуктори для електродвигуни. Так, зокрема, в Навчальному центрі фізичного захисту обліку і контролю ядерного матеріалу імені Джорджа Кузьмича Інституту ядерних досліджень на Навчально–тренувальному майданчику комплексу інженерно–технічних засобів системи фізичного захисту єдиний пристрій, що живиться напругою 380 В є привід пристрою проколювання шин автотранспорту. А в Навчально–науковому центрі підтримки ядерної захищеності взагалі немає споживачів з напругою 380В, як і потреби в них. В свою чергу, при можливості підбору джерела, що забезпечить мінімум 4 години автономної роботи на 220 В це дало би змогу економити на вартості генераторної установки, монтажних робіт, супутніх робіт та товарів.

Тому вважаю доцільним сформулювати дану вимогу таким чином: 1) електроживлення від двох взаєморезервуючих незалежних промислових джерел з заданими параметрами напруги. А задані параметри напруги регламентувати, наприклад, технічним завданням на проект, в якому враховано перелік обладнання та його характеристики.

Щодо пункту 4 про резерв потужності – не зазначено якої саме величини має бути цей резерв для засобів живлення (генераторної установки, промислових джерел та джерел, що забезпечать відсутність впливу перехідних процесів на роботу системи). Хоча завдяки ньому визначається запас щодо можливої подальшої модернізації комплексу інженерно–технічних засобів чи додаванні нового або додаткового обладнання, потреба в якому з'явилася в процесі експлуатації комплексу. При підборі генераторної установки я скористався рекомендаціями виробників установок, щоб визначити цей параметр.

Доцільним, на мою думку, буде нормувати даний параметр наприклад у відсотковому співвідношенні від загального споживання всього обладнання.

В пункті 5 про автономне живлення взагалі відсутні будь–які вимоги, окрім мінімального часу автономної роботи. Щодо даного пункту виникає найбільше зауважень.

Варто відзначити, що у вимогах не вказано тип джерела, що забезпечить автономну роботу комплексу–інженерно технічних засобів у разі відсутності промислових джерел живлення, хоча це може бути як генераторна установка, так і система зберігання електроенергії на основі інверторних перетворювачів та аккумуляторних батарей різного типу. Кожна із технологій має свої переваги та

недоліки. Прикладом можна привести дороговизну системи на акумуляторах та можливість установки її там, де не можна встановити генераторну установку по тим чи іншим причинам, або ж можливість з мінімальною вартістю забезпечити повністю автономне живлення та шкідливі викиди в атмосферу, наявність перехідних процесів та їх відсутність, можливість працювати з складовою відновлювальних джерел електроенергії та неможливість швидко усунути несправності чи замінити обладнання, як це можна зробити з генератором.

У зв'язку з тим, що у вимогах не вказано тип джерела та його конкретні характеристики надійності, підібрано генераторну установку, яка повністю задовольнила вимоги, проте була навмисно підібрана саме генераторна установка «побутового класу» перевіреного виробника, що відповідає ДСТУ ISO 8528-1:2004. І це зроблено не просто так, бо при детальному аналізі літератури та знайомстві з нормативно-правовою документацією було знайдено інформацію, що в Україні є чинним даний міжнародний стандарт (ДСТУ ISO 8528-1:2004 Генераторні установки змінного струму з приводом від поршневих двигунів внутрішнього згоряння). Даний стандарт і регулює підбір генераторних установок для різних об'єктів, зокрема і стратегічні підприємства та об'єкти критичної інфраструктури.

Не зважаючи на вказане вище, для реального об'єкту поводження з радіоактивними матеріалами, я б зупинив свій вибір на генераторній установці «промислового класу». На мою думку, це має бути генераторна установка з дизельним двигуном бо саме він спроектований для надійної та довготривалої роботи. Прикладом такої установки може бути апарат всесвітньовідомого виробника SDMO, який саме спеціалізується на промислових установках, вироби якого цінують за надійність не зважаючи на високу вартість. Прикладом такої установки є генератор SDMO Diesel 15000 TE AVR Silence [5] потужністю 10 кВт (вартість складає 335 000 грн).

Подібні генератори є і в виробника Matari, але потужність таких виробів починається від 15 кВт, що не задовольняє висунуті параметри.

Враховуючи перераховане вище, вважаю доцільним доповнити пункт 5 вимог посиланням на вказаний стандарт, а також перерахувати можливі типи джерел, що можуть застосовуватись в якості джерела, що забезпечить автономне живлення.

Висновки

В ході роботи було визначено оптимальний варіант джерела, що забезпечить автономну роботу на протязі не менше 4 годин комплекс інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту, відповідаючи вимогам до засобів живлення.

Також у роботі було запропоновано методику підбору генераторної установки для комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту, за модель для розрахунків обрано Навчальний комплекс систем фізичного захисту. Дану методику можна застосовувати і на інших об'єктах критичної інфраструктури масштабуючи її під ті чи інші потреби.

За результатами роботи було проаналізовано нормативно – правові документи, зокрема «Вимоги до комплексу інженерно технічних засобів системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» [3]. В ході роботи, на прикладі обраної моделі були висунуті певні зауваження до вимог, на які запропоновано способи вирішення та власні коментарі.

Список використаної літератури

1. Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання : Закон України від 19.10.2000 р. № 2064-III : станом на 16 жовт. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2064-14#Text>.

2. Фещенко Д. Забезпечення безперебійного функціонування систем фізичного захисту в умовах довготривалих аварійних відключень електроенергії : Магістерська дисертація : 143. Атомна енергетика, Київ, 2023. 113 с.

3. Про затвердження Вимог до комплексу інженерно-технічних засобів системи фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання : Наказ Держ. інспекції ядер. регулювання України від 05.12.2011 р. № 176. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1505-11#Text>.

4. Бензиновий генератор 10 кВт з автозапуском (ABP) - Matari MX13003EA-ATS | Купити, ціна в Україні | MATARI. MATARI.UA™. URL: <https://matari.ua/ru/product/matari-mx13003e-ats>.

5. Генератор SDMO Diesel 15000 TE AVR Silence. Київ, Україна. Офіційний дилер SDMO. URL: <https://sdmo.co.ua/products/generator-sdmo-diesel-15000-te-avr-silence>

T. Bibik¹, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof, ORCID 0000-0003-0134-6022

I. Ostapenko¹, engineer, ORCID 0000-0003-3980-1609

D. Feshchenko¹, master student, ORCID 0009-0007-4018-9281

¹National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

POWER SUPPLY OF THE COMPLEX OF ENGINEERING AND TECHNICAL MEANS OF THE PHYSICAL PROTECTION SYSTEM IN CONDITIONS OF LONG-TERM POWER OUTAGES

Physical security systems in today's conditions play a key role in maintaining nuclear security and ensuring the normal functioning of facilities in the nuclear power industry. Given the possible lack of electrical power caused by missile strikes in wartime, the enemy or criminals can take advantage of the vulnerability of the physical protection system, the means of which will be de-energized, which can lead to unacceptable radiation consequences [1] as a result of successfully executed illegal actions (sabotage, theft, etc.)

Therefore, in accordance with the legislation, a number of requirements are put forward to the power supplies of the complex of engineering and technical means of the physical security system, the fulfillment of which in the process of designing, construction or operation of the physical security system is aimed at preventing the failure of power supplies or minimizing the probability of failures in the reliable power supply of the equipment of the physical security system protection

An important stage of ensuring the uninterrupted functioning of the physical security system in conditions of long-term emergency power outages is the selection of a generator set.

In this work, the object of research is the security of critical infrastructure objects in conditions of long-term power outages, and the subject of research is the power supply system of the complex of engineering and technical means of the physical security system. The paper analyzes the existing regulatory and legal documentation regarding physical security and provides the method of selecting a generator set, as well as the option of integrating the set into the scheme of power supplies of the complex of engineering and technical means. The main method of the process of selecting the specified equipment is the comparison and analysis of the parameters specified by the manufacturer with the parameters and characteristics that will meet the requirements of the current regulatory and legal documentation and the needs of the training center in supplying electricity to this or that equipment. The method presented in the paper is universal in application and can be scaled to other critical infrastructure facilities, where it is necessary to provide power supplies with a power reserve in conditions of long-term emergency shutdowns of industrial power sources.

Keywords: *physical protection system, generator set, power supplies, complex of engineering and technical means, emergency power outage.*

References

1. On physical security of nuclear facilities, nuclear materials, radioactive waste, other sources of ionizing radiation: Law of Ukraine dated 10.19.2000 No. 2064-III: as of October 16 2022 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2064-14#Text>.

2. D. Feshchenko. Ensuring uninterrupted functioning of physical protection systems in conditions of long-term emergency power outages: Master's thesis: 143. Atomic Energy, Kyiv, 2023. 113 p.

3. On the approval of Requirements for the complex of engineering and technical means of the system of physical security of nuclear installations, nuclear materials, radioactive waste, other sources of ionizing radiation: State Order. nuclear inspection. Regulation of Ukraine dated December 5, 2011 No. 176. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1505-11#Text>.

4. Gasoline generator 10 kW with automatic start (AVR) - Matari MX13003EA-ATS | Buy, price in Ukraine | MATARI. MATARI.UA™. URL: <https://matari.ua/ru/product/matari-mx13003e-ats>.

5. Generator SDMO Diesel 15000 TE AVR Silence. Kyiv, Ukraine. Official dealer of SDMO. URL: <https://sdmo.co.ua/products/generator-sdmo-diesel-15000-te-avr-silence>

Надійшла: 09.01.2024

Received: 09.01.2024