

40 років катастрофі на Чорнобильській АЕС

АТОМНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК СКЛАДОВА ПЕК УКРАЇНИ ДО ТА ПІСЛЯ ВІЙНИ (НАВЧАННЯ, ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ, РОБОЧІ ІНФОРМАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ)

Віце-президент Українського національного комітету
СІGRE. Заступник начальника виробничо-
технічного відділу, начальник відділу зовнішніх
зав'язків та нетрадиційних технологій
Чорнобильської АЕС в 1986-1994 роках

Зенюк О.Ю.

АНОНС

Інформаційні матеріали сформовані як обґрунтування до статті «40 років катастрофі на Чорнобильській АЕС. Атомна енергетика України як складова ПЕК до та після війни» <https://cigre.org.ua/40-rokiv-katastrofi-na-chornobylskij-aes-atomna-energetyka-ukrayiny-yak-skladova-pek-do-ta-pislya-vijny-vicze-prezydent-ukrayinskogo-naczionalnogo-komitetu-sigre-oleksandr-zenyuk/>

Мета цих Інформаційних матеріалів:

- доведення до суспільстві об'єктивної інформацію про ядерні технології та необхідність відношення до них як до критичних технологій;
- сприяння формуванню культури безпеки (включаючи наявність необхідних знань, вмінь, впевненості, спроможності забезпечити її безпечне функціонування та розвиток) фахівців та керівників, які приймають участь в роботах та здійснюють управлінські рішення на всіх етапах життєвого циклу атомної енергетики.

АНОНС

Інформаційні матеріали складені на основі досвіду роботи з органами законодавчої та виконавчої влади, громад кістю та експертами, зокрема:

1. Матеріалів Зенюка О.Ю. віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ розміщених на сайті Українського національного комітету СІГРЕ .

2. Тез виступу Зенюка О.Ю. на Першому семінарі ЄС «Розвиток потенціалу ядерних досліджень і освіти ЄС-Україна» 10 жовтня 2024 року з додатками:

- базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози;

- перелік літератури, із скрізною нумерацією по всім додаткам та посиланням на номери сторінок по всім використаним літературним даним.

3. Тез запису бесіди редакції телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» з Зенюком О.Ю. - віце-президентом Українського національного комітету СІГРЕ 04 травня 2024 року.

Примітка: надання інформації в довідковій формі дає можливість адаптувати її до певної аудиторії : студенти, викладачі, фахівці енергетики, лідери громадської думки.

АНОНС

Перелік матеріалів (інформація наведена виходячи із фізичних принципів і є базовою для подальших економічних та інших оцінок):

1. Економічний та людський капітал. Зміни після Чорнобильської катастрофи (головне впевненість, що енергетики знають як і зможуть запобігти катастрофам).
2. Атомна енергетика до Чорнобиля.
3. Уроки Чорнобиля: досвід ліквідації катастрофи та її наслідків. Зміна максимальної загрози - від використання ядерної зброї до наслідків аварій на АЕС та сховищах ВЯП; Закон України про використання атомної енергії; вимоги до кваліфікації працівників та керівників атомній галузі (вимоги до освіти та рівня знань та навичок відповідно із ПУЕ,ПТЕ, кращої світової практики та стандартів); зміни до Загальних положень безпеки атомних електростанцій; розуміння загрози від руйнування внаслідок військових дій АЕС та сховищ відпрацьованого ядерного палива.
4. Повномасштабна агресія РФ. Врахування уроків Чорнобиля(кваліфікація персоналу, режим роботи АЕС,ВАБ , наслідки диверсій, втрати фізичного захисту, потенційні загрози (реактивні аварії, відрив кришки реактора, розрив головного паропроводу), наноридини, руйнування АЕС та сховищ ВЯП ядерною зброєю).
5. Перспективи атомної енергетики, ММР, мультиплікативні ефекти, аварійне реагування, підготовка персоналу, стандарти, краща світова практика, заборона ведення бойових дій на територіях країн де є ядерні і реактори, наслідки від використання ядерної зброї у тому числі на АЕС та сховища ВЯП. (Руйнування АС та підприємств ядерного паливного унікла в результаті ядерної війни збільшує наслідки на порядок (Л.38 .стор.341). ⁴

ВСТУП

Україна вже вдруге після Великої Вітчизняної війни 1941-1945 років відчуває на собі страшне слово «війна»:

- перший раз після катастрофи на енергоблоці №4 Чорнобильської АЕС в 1986 році;**
- другий раз вже 5 рік в умовах повномасштабної військової агресії РФ проти України.**

Не зважаючи на різні характери цих війн у них є однакові масштабні наслідки - економічні втрати та втрати людського капіталу.

«Війна» це результат не спроможності мирним, плановим, системним шляхом вирішити проблемні питання, або захиститися від зовнішніх загроз. Нажаль війна призводить до на порядок більших втрат ніж мирний еволюційний шлях.

ВСТУП

1) Відповідно до Статуту «СІГРЕ-Україна», затвердженого Протоколом загальних зборів №1 від 1 червня 2017 року :

- пунктом 2.1. відмічено що «Головною **метою** спілки є сприяння забезпеченню доступу до інновацій і сучасного світового досвіду в сфері енергетики для забезпечення **соціально-економічного** зростання і екологічної безпеки, формування стабільної конкурентоздатної галузі, забезпечення добробуту, здорового та якісного життя нинішніх та майбутніх поколінь»;
- пунктом **2.2.2 зазначено що «Основними напрямками** діяльності спілки є підвищення якості знань, сприяння прогресу вітчизняної науки, просування програмних завдань в області стратегії розвитку вітчизняної науки та електроенергетики».

2) В екстремальних умовах (вплив електромагнітного імпульсу, або задачі з новими або неповними даними) використання комп'ютерних програм, навіть з штучним інтелектом не забезпечує своєчасне виконання завдань

ВСТУП

3) Визначення вимог до будівництва та експлуатації нових ядерних енергоблоків формалізовано у змінах до Загальних положеннях безпеки атомних станцій затверджених наказом Держатомрегулювання від 04.03.24 №195. (Зокрема, Розділ Ш визначає цільові показники безпеки щодо неперевищення частоти важкого пошкодження ядерного палива в активній зоні для повного спектру вихідних подій та Розділ ІV передбачає забезпечення аварійної готовності до всіх можливих аварій на АС)

<https://ips.ligazakon.net/document/MN028305?an=2>

та <https://infoatom.news/2024/05/01/010520241321>

Довідково: для оцінки впливу від аварій перш за все будівельних конструкцій та захисних споруд виділена енергія оцінюється в військових одиницях тонах тринітротолуолу (1 кг =1000 ккал, або 0,1 кг нафти; 0,2 кг вугілля).

4) Враховування принципу оптимізації (користь-шкода) при проведенні наглядової діяльності відповідно із схвалених Постановою Колегії Держатомрегулювання від 22.02.24 №01 пріоритетних напрямів діяльності на 2024,2025,2026 роки.

<https://snriu.gov.ua/news/postanova-kolehii-derzhatomrehuliuivannia-vid-22022024-01> та

<https://www.iaea.org/topics/infrastructure-development/milestones-approach> і принципи

забезпечення

безпеки

АС.

Вступ

1. Станом на 2025 рік статус постраждалих тільки в Україні внаслідок Чорнобильської катастрофи мають 1,5 млн. осіб. Медичні справи 130 тис. з яких знаходяться в «Центральній експертній комісії МОЗ України по встановленню причинного зв'язку хворобою, які призвели до інвалідності та смерті від випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС»

2. Масштаби фінансових втрат України від війни є катастрофічно великими. **Тільки за підсумками військових дій у 2022-2023 роках сума необхідного для відновлення економіки фінансування оцінюється в 486,2 млрд.дол. що у 2,7 рази перевищує ВВП країни за 2023 рік, а пряма завдана війною шкода –у 152.5 млрд.дол., або 34.9% балансової вартості. За різними оцінками у 1991-2018 році з України було виведено капіталу на суму 150 млрд.дол, що дорівнює витратам США (у сучасних цінах) на реалізацію Плану Маршала повоєнного відновлення та розвитку Європи.**

В.В.Зимовець Тіньові ліквідні капітали бізнесу: формування і використання. Економіка України №8(753), 2024 [https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/economyukr/article/view/2024-08-1/2024-08-1\(59\)](https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/economyukr/article/view/2024-08-1/2024-08-1(59))

Роль людського капіталу в післявоєнному відродженні України комплексно розглянуто на міжнародному форумі «Освіта, наука, інновації: людський капітал у повоєнному відродженні України, який відбувся 11-12 грудня 2025 року в Українському державному Університеті ім. Драгоманова <https://udu.edu.ua/?view=article&id=7341:mizhnarodnyi-forum-osvita-nauka-innovatsii-liudskyi-kapital-u-povoiennomu-vidrodzhenni-ukrainy-iak-platforma-stratehichnoho-dialohu&catid=22>

ВСТУП

3. За останніми оцінками станом на 2021 рік (до війни) національного багатства 141 країни світу, в Україні на СК(соціальний капітал) припадає лише 34% загального національного багатства, тоді як у країнах з нижчим за середнім рівнем доходів -51%. А по регіонам Європи і Центральної Азії 62% . За індексом людського розвитку Україна на 77 місці серед 191 країни. У процесі післявоєнного відновлення країни особливу увагу слід звернути на освіту, яка є одним із вирішальних чинників формування соціального і людського капіталу суспільства.

В.П. Онищенко. Людський та соціальний капітал України (знання, розуміння, вміння, творчість) економіка України №1(734)2023.

В.П.Оніщенко Соціальний капітал бізнесу: мета, формування і стратегія реалізації. Економіка України№7(752), 2024. <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/economyukr/article/view/2024-07-1/2024-07-1>

ВСТУП

Велике значення в формуванні людського капіталу (відповідно із стандартами Євростату) є рівень освіти, рівень практичного використання знань і навичок, рівень довіри між структурами влади та членами суспільства (публічні виступи, курси підвищення кваліфікації, прийняття рішень консенсусом за досвідом формування Першочергових заходів з екологізації гідроенергетики, як складової ПЕК). В статутах професійних громадських організацій (СІГРЕ-Україна, Укр ЯТ, Укр НТО енергетиків та електротехніків) це визначено цільовими функціями їх діяльності. До Чорнобиля і в перші роки після нього визначальне місце в формуванні довіри до гілок влади мали лідери громадської думки. Серед енергетиків таку парадигму узагальнив В.Ф. Складар в своїй книзі «Завтра був Чорнобиль+» - К.:ННЦ»ІАЕ», 2011, [Л.30], бачення наукової спільноти узагальнено у Національних доповідях України до річниць аварії на ЧАЕС, серед громадськості в численних мемуарах учасників ліквідації наслідків аварії, матеріали експозицій Національного музею «Чорнобиль» та ін. В цих матеріалах підкреслюється спроможність народу України ліквідувати аварію, вплив на здоров'я населення та навколишнє природне середовище.

ВСТУП

За 40 років після Чорнобиля та особливо після початку військової агресії РФ з 2022 році відношення до структур державної влади значно змінилось. В частині атомної енергетики це стосується важливості впевненості громадськості в спроможність відповідних структур, керівників та фахівців до унеможливлення та ліквідації наслідків аварій захисту від радіаційного опромінення, запобіганню аваріям шляхом впровадження кращої світової практики та стандартів, глибокого розуміння ядерних технологій та безпечного поводження з ними, тобто наявності культури безпеки. Об'єктивно такі зміни громадської думки базуються перш за все на об'єктивному сучасному стані речей та фактичній інформації, яка, зокрема, викладена в книгах-спогадах колишніх працівників Чорнобильської АЕС, які безпосередньо приймали участь в ліквідації аварії в її активній фазі. Перша за все це наступні книги: 1) Н.В.Карпан «Чернобыль. «Месть мирного атома,» Баланс Клуб, 2006, [Л.10].

ВСТУП

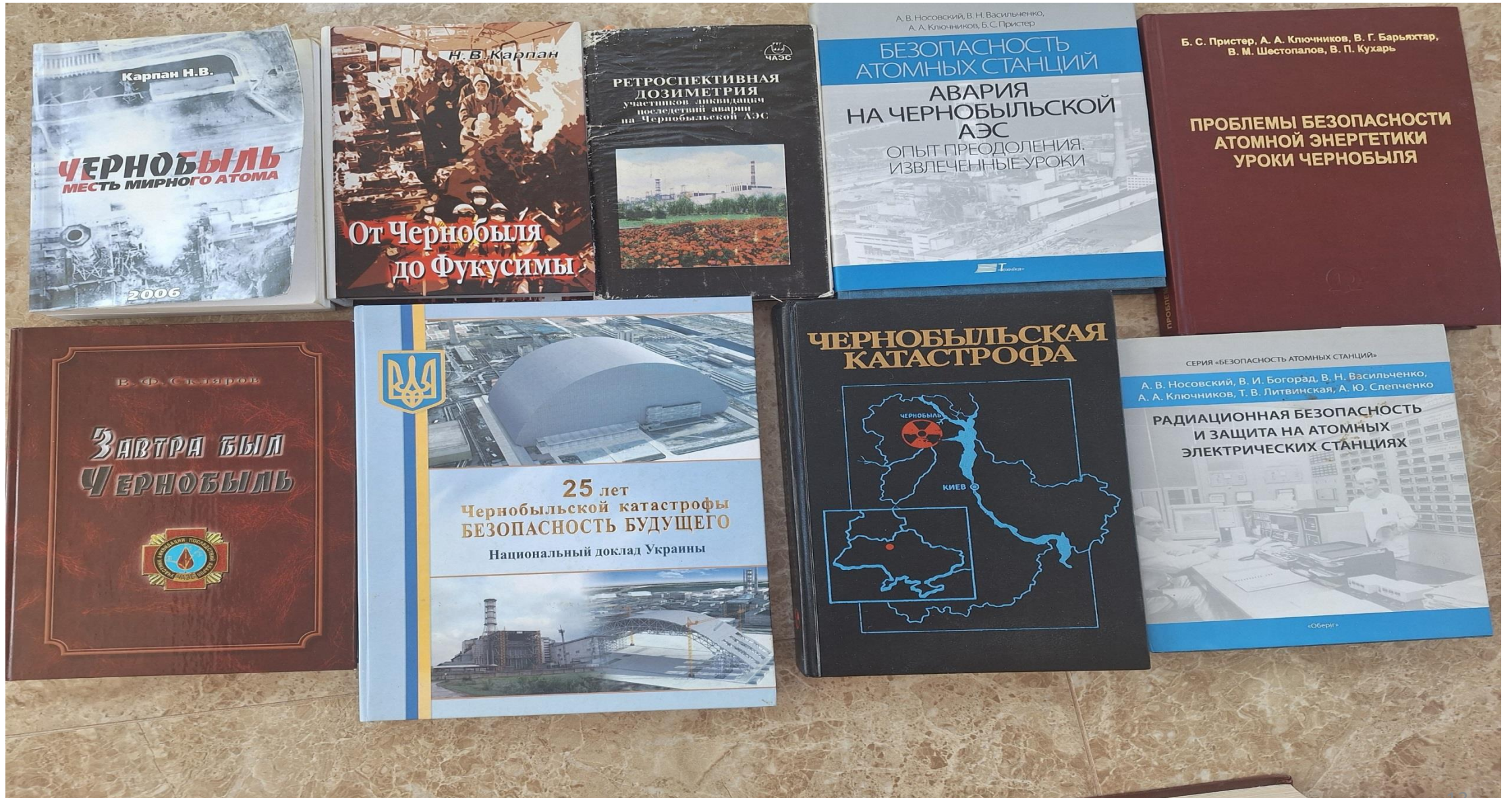
- 2) Н.В.Карпан «От Чернобыля до Фукусимы», Подгорнов,2013,[Л.11],
- 3) «Ретроспективна дозиметрія учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (С.В. Іллічів,О.А.Кочетков,В.П. Крючков та ін.; за ред. Канд.фіз.-мат.-наук А.В. Носовського_К.Є Седа-Стіль»,1996,[Л.31].

Наведені у цих книгах фактичні дані причин, наслідків катастрофи на ЧАЕС, включаючи динаміку розвитку аварії, рівні радіаційного забруднення, критерії прийняття рішень підтверджуються і розрахунками з використанням загальноновизнаних підходів та методик, посилання на які наведені у:

Додатку 2. Література до робочих матеріалів" атомна енергетика до та після війни», із скрізною нумерацією по всім додаткам та посиланням на номери сторінок по всім використаним літературним даним», що стає ще одним підтвердженням їх об'єктивності (стор.39).

Така форма надання матеріалі дає можливість з першоджерела отримати інформацію яка відображає безпосереднє бачення авторів на проблему та дозволяє глибоко зрозуміти окремі проблемні питання наданні в Інформаційних матеріалах в межах технічного навчання, курсів підвищення кваліфікації та ін.

ЛИТЕРАТУРА ІСТОРІЯ



Література Катастрофа НА ЧАЕС



ЛІТЕРАТУРА БЕЗПЕКА АЕС ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЯ



ЛІТЕРАТУРА БЕЗПЕКА АЕС ПІСЛЯ ЧОРНОБИЛЯ



Чорнобильська катастрофа причини та готовність до її ліквідації

- 1. Особливості фізики ядерних реакторів РВПК та ВВЕР неодноразово розглядалась в наукових дослідженнях, нарадах, конференціях були відомі серед фахівців ще до аварії і було розуміння не оптимальності деяких проектних рішень з метою наприклад, встановлення шагу решітки реактора 25 см для можливості технологічно виконати перевантаження палива на ходу та досягнення кращих техніко-економічних показників використання ядерного палива. Але розуміння катастрофічних наслідків такої технологічної оптимізації не оцінювалось навіть Головним конструктором [Л.40 (уран, графіт стор.366-416; вода стор.417-466;16(стр.183-187),44].**
- 2. У 1983 році в Україні проведені навчання Цивільного захисту СРСР, у тому числі з імітуванням використанням ядерної зброї в умовах роботи АЕС. Було проведено підвищення кваліфікації учасників навчань, у тому числі на республіканських курсах Цивільного захисту з використанням Американські книги « Дія ядерної зброї» [Л.22], так і її аналога на базі вже вітчизняних досліджень СРСР («Чорна книга у 4 томах») та її стисла відкрита редакція «Атомное оружие и противоатомная защита» під редакцією Б.А. Олисова. Военное издательство, Москва, 1958. [Л.32], були підкреслені різниця між радіаційним забрудненням від ядерного вибуху і аварії на АЕС, у тому числі з використанням матеріалів книги-довідника «Радіаційні характеристики продуктів ділення» [Л.17].**

Чорнобильська катастрофа причини та ГОТОВНІСТЬ ДО ЇЇ ЛІКВІДАЦІЇ

3. Найбільш об'єктивно фізика гострої фази самої аварії 1986 року на ЧАЕС відображена в книзі «Ретроспективна дозиметрія учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС (С.В. Іллічов, О.А. Кочетков, В.П. Крючков та ін.; за ред. Канд..фіз.-мат.-наук А.В. Носовського_К.Є Седа-Стіль», 1996 [Л.31, стор. 20], де відмічено, що 20-25% всієї активності викинутої у перші дні аварії 26 квітня до 2 травня у вигляді дрібнодисперсного ядерного палива та продуктів його ділення сорбованих графітом та стали основним фактором забруднення проммайданчику та крівель будівель ЧАЕС. Численні дослідження підтвердили, що радіоактивне забруднення на проммайданчику та в ближній зоні ЧАЕС співпадає з нуклідним складом ядерного палива. Такі наслідки стали можливі через конструктивні особливості реактора (наявності 1700 тон графіту) з його особливостями по швидкості окислення та виділення накопиченої внутрішньої енергії радіаційних дефектів та не переведення реактора в підкритичний стан терміновим введенням борної кислоти до виходу із Йодної ями [Л.33, Л.34, Л.35].

Чорнобильська катастрофа причини та ГОТОВНІСТЬ ДО ЇЇ ЛІКВІДАЦІЇ

Це призвело до того що колективна доза опромінення учасників ЛПА задіяних безпосередньо на проммайданчику ЧАЕС співставна з колективною дозою всього населення СРСР потерпілого внаслідок аварії на ЧАЕС. Середні індивідуальні дози безпосередніх учасників ліквідації аварії на проммайданчику ЧАЕС виявились на 2 порядки вищі ніж населення.[Л.31,стор.13-14]. Експериментальні та найбільш консервативні розрахункові оцінки наслідків аварій на ядерних реакторах типу BWR потужністю по 1000 МВт(уповільнювач вода, а не графіт) виконані в США та Німеччини давали на порядок менші значення забруднення[Л.9,стор.232-233]. Ці фактори не були передбачені при плануванні планів аварійного реагування на ядерні аварії в СРСР. Базовими документами були плани реагування на випадок ядерної війни, а довідник «Радіаційні характеристики продуктів ділення» [Л.17,стор.54,182]. став настільною книгою-белестером фахівців тільки після аварії на ЧАЕС. Радіоактивність в активній зоні ядерного реактора потужністю 3200 МВт(тепл.) співставна з активністю в момент вибуху тактичного ядерного боєприпасу потужністю 1 Кт. Але загальна активність продуктів ділення ядерного вибуху в перші години зменшується на 3 порядки швидше ніж від ядерного палива, а активність по Йоду через 12 годин на 4 порядки менша ніж після зупинки ядерного реактора [Л.7, 17].

Уроки ліквідації причин та наслідків Катастрофи НА ЧАЕС

При ліквідації аварії на ЧАЕС за рік було прийнято близько 300 рішень Урядової комісії, які регулювали діяльність з ліквідації аварії.

1. У матеріалах розслідування кримінальної справи 19-73 по факту аварії на ЧАЕС 1986 року відмічено, що спроби підсудних звернути увагу слідства що деякі питання безпеки експлуатації реакторів РВПК не зафіксовані у посадових і технологічних інструкціях не були сприйняті тому що в атомній енергетиці за висновками експертів по справі повинні працювати фахівці, а в інструкціях не можливо все передбачити через їх невеликий об'єм, а всі фізичні особливості фахівці і так повинні їх розуміти. Крім того, члени центральних комісій з перевірки знань повинні не тільки знати норми, правила та стандарти, а ї розуміти їх значення та обґрунтування [Л.10, стор.492]. Особливу увагу заслуговує рішення по інспектору Держатомінспекції на ЧАЕС у відношенні до якого було відмічено «недостатня настійливість в доведені своєї позиції до керівництва станції» [Л.11, стор.210-211].

Уроки ліквідації причин та наслідків Катастрофи НА ЧАЕС

2. Після аварії на ЧАЕС Законом України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» встановлений розподіл відповідальності між гілками влади

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text>), зокрема:

- відповідальність за безпеку використання ядерної енергії покладена на Експлуатуючу організацію;
- кваліфікаційні вимоги до керівників атомної галузі, або осіб які на це претендують, в частині базової освіти та досвіду конкретизовані і на рівні Кабінету міністрів <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1162-2008-%D0%BF#Text>);
- нові Правила технічної експлуатації та НПАОП 40.1-1.21-98ПУЄ встановлюють що члени центральних комісій з перевірки знань крім знань самих норм та правил повинні розуміти і бути спроможні пояснити значення норм та правил <https://dsp.gov.ua/faq/poriadok-prysvoennia-hrup-z-elektrobezpeky/>. В документах МАГАТЕ та відомчих викладені правила організації роботи з персоналом.

Уроки ліквідації причин та наслідків Катастрофи НА ЧАЕС

Важливим є те що для забезпечення принципу лідерства технічне навчання повинні проводити керівники підрозділів, або залучати до нього фахівців інших організацій. Після Чорнобильської аварії була запроваджена практика коли інженерно-технічні працівники які претендують на виші посади отримували другу вищу освіту саме по ядерній спеціальності.

3. Основою аварійної готовності повинен стати предметний розгляд світової практики прийняття управлінських рішень в енергетиці та самостійне розрахункове(обґрунтоване) рішення конкретних типових задач, перш за все у найбільш небезпечних можливих ситуаціях коли їх вірогідність найгіршого сценарію дорівнює 100% (військові дії, знаходження об'єкта під зовнішнім контролем).

4. Для оцінки радіаційних чинників дуже важливо розуміти одиниці вимірювання. Зокрема при прийнятті рішень по аварії на ЧАЕС це мало велике значення.

ВІЙНА 2022 року

Закони управління констатують що у разі військової агресії та терористичних дій з захопленням та повного контролю об'єкта необхідно орієнтуватись на найгірший фізичний сценарій, час для підготовки управлінських рішень вимірюється годинами і без попередньої підготовки здійснити виважені управлінські рішення неможливо.

При підготовці таких рішень (а до цього повинні бути залученні військові, формування Цивільного захисту, медицина катастроф) необхідно враховувати фундаментальні особливості ядерних реакторів:

Війна 2022 року

А) при забезпеченні унеможливлення аварій[Л.9,Л.17]:

- **загальна радіоактивність, яка виділяється при вибуху ядерного заряду потужністю 1 Кт співставна з загальною активністю ядерного палива стаціонарно працюючого ядерного реактора ВВЕР-1000. Загальна активність продуктів ділення ядерного вибуху в перші години зменшується на 3 порядки швидше ніж від аварійного ядерного палива, а активність по Йоду через 12 годин на 4 порядки менша ніж після зупинки ядерного реактора;**
- **слід зазначити, що розрахунки з використанням комп'ютерних моделей показують, що при аварії пов'язаній із знеструмленням та руйнацією захисної оболонки викиди Йоду 131 в 6600 разів та Цезію в 1390 разів більші ніж при вибуху ядерного заряду потужністю- 10 Кт[Л.8]**

Війна 2022 року

Б) при управління ліквідацією наслідків аварій:

- остаточні тепловиділення ядерного палива, можуть призвести до розгерметизації ТВЕЛ, плавлення ядерного палива та повного виходу РБГ в навколишнє середовище (АЕС Фукусіма);**
- йодна яма, коли реактор може вдруге вийти в критичний стан навіть з вибухом та роботі у пульсуючому режимі до повного спрацювання запасів реактивності, або механічного руйнування критичних систем, як це було на Чорнобильській АЕС, коли за цей час не був доставлений бор і радіаційні наслідки від повторного виходу в критику, руйнування та возгорання залишившихся критичних систем реактора збільшили радіаційні викиди за оцінками [Л.11, стор.,66-74] в 20 разів [Л.33,Л.34,Л.35] при цьому припинення пульсуючого режиму можливо після згорання (окислення) графіту (1700 тон) за тиждень з виділенням додаткової енергії в обсязі 1 Кт ТНТ для розігріву аварійного ядерного палива.**

Війна 2022 року

- виділення енергії у разі реактивнісної аварії для реактора РВПК в еквіваленті 30 тон тринітротолуолу, [Л.11, стор.66]., а виділення енергії радіаційних дефектів та згорання графіту (енергії Вігнера до 0,5 Кт ТНТ [Л.35], а в реакторах ВВЕР-1000 до 100 Тон тринітротолуолу, що може призвести до механічного руйнування реактора ,захисних оболонок та радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища.
- Підтвердженням можливості практичної реалізації цих сценаріїв стала диверсія на АЕС «Кебер» у Південно-Африканській республіці[Л.15 стор.12], де 17 грудня 1982 року були встановлені та підірвані на кришках реакторів обох енергоблоків по 4 магнітних міни і тільки через те що реактори не були завантажені ядерним паливом і не знаходились на потужності радіаційної катастрофи не сталося.

ВІЙНА 2022 року

В умовах військової агресії рф енергосистема Україна знаходиться під постійною ракетною загрозою, що призводить до аварійних відключень навіть атомних енергоблоків від мережі та спрацювання їх ресурса і створює проблеми по продовженню їх терміну експлуатації.

До Чорнобильської аварії в Планах дій при загрозі ядерної атаки передбачався зупин ядерних енергоблоків через неможливість протидіяти електромагнітному імпульсу та нейтронному випроміненню.

При експлуатації реакторів ВВЕР- 1000 у мирний час гарячій зупин реактора відповідно із Імовірнісним аналізом безпеки більш безпечний ніж холодний зупини під час ремонту. [Л.41] .Такі обґрунтування наводились у 2020 році для обґрунтування режимів роботи АЕС. Після початку військової агресії рф більш безпечним, з урахуванням загроз військових дій та можливих диверсій стає холодний зупин, але для прийняття відповідних рішень був необхідний певний час і зміни в Плани аварійного реагування.

ВІЙНА 2022 року

Нажаль, ситуація на Запорізькій АЕС і зараз залишається вкрай напруженою в результаті триваючої військової агресії РФ з фізичним контролем агресором навіть безпосередньо ядерних установок та відсутності адекватному реальній загрозі реагуванню світової спільноти, у тому числі шляхом припинення ядерного бізнесу РФ в інших країнах. У воєнний період, особливо коли потенційно-небезпечний об'єкт знаходиться без фізичного захисту та контролюється терористом необхідно враховувати реальну можливість руйнування всіх бар'єрів безпеки і миттєвого «без течії до руйнування» вивільнення повної енергії яка знаходиться в об'єкті. Прогнозування наслідків такої аварії в результаті технологічної або з використанням вибухових пристроїв диверсії повинно базуватись на можливості провокуванням реактивності аварії та миттєвого «руйнування без течії» навіть корпусу реактора. При ліквідації наслідків такої аварії безумовно треба не тільки дотримуватись діючих норм та правил, але і оперативно використовувати принцип оптимізації, для отримання мінімально-можливого впливу на економіку, навколишнє природне середовище та здоров'я населення.

ВІЙНА 2022 РОКУ

Довідково

У разі швидкого виділення енергії, яка міститься у теплоносії 1 контурі реактора ВВЕР-1000 та нейтронного в сплеску від вилучення стрижнів СУЗ можливі 2 сценарії (розрахунок в Додатку):

режим «холодний зупин», енергії яка виділяється еквівалентна 9 тон тринітротолуолу (ТНТ) і її достатньо для пошкодження реактора, але не достатньо для руйнування захисної оболонки і радіаційна аварія локалізується в захисній оболонці;

режим «гарячий зупин», енергії яка виділяється еквівалентна до 200 тон тринітротолуолу (ТНТ) і її достатньо для руйнації корпусу реактора та захисної оболонки, відбувається радіаційне забруднення навколишнього природного середовища.

Розрахунки за методиками [Л.11,13,14,15,16] наведеними в додатку, свідчать що :

- у разі обриву шпильок головного роз'єму реактора кришка реактора пробиває захисну оболонку і вся активність попадає в навколишнє природне середовище;***
- руйнування головного паропроводу призводить, як до виділення в енергії в еквіваленті 400 кг ТНТ та виводу реактора в критику.***

ВІЙНА 2022 року

- 1. Держатомрегулювання після початку військової агресії визначила що дозвільна діяльність в атомній енергетиці здійснюється з урахуванням принципу оптимізації та прийняло рішення про експлуатацію енергоблоків ЗАЕС в режимі «Холодний зупин» <https://snriu.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/2023-do-nakazu1-1.pdf>.**
- 2. Для населення та промисловості загрозу складають атомні електростанції включаючи сховища відпрацьованого ядерного палива та безпосередньо використання тактичної ядерної зброї (Л.38.стор.341) Ядерна зброя крім радіаційного впливу несе загрозу - електромагнітний імпульс (журнал Электрические сети и системы №2,3 2020). Таким чином, не виключається відмова всіх комп'ютерних систем з необхідністю виконання оперативних оцінок без їх використання.**
- 3. У зв'язку із необхідністю прийняття швидких оперативних рішень персонал задіяний у ліквідації наслідків аварій повинен мати не тільки знання норм, правил та стандартів, інструкції на аварійні ситуації, а і вміти самостійно робити оцінки для обґрунтування рішень та заміщати як підлеглий так і керівний персонал у разі його вибуття.**

ВІЙНА 2022 року

4. В акціонерних компаніях головним завданням є отримання прибутку, тому за результатом управлінського аудиту перевіряється не тільки формальне виконання зазначених завдань, а і їх ефективність з коригування штатного розпису та вимог до обсягу та глибини знань вмінь, розуміння та використання знань конкретним працівником. Для цього для працівників які знаходяться в резерві, крім обов'язкової базової інженерної освіти в атомній галузі передбачається цільове навчання по питанням управління та економічним питанням.

5. Для того щоб організація знаходилась на вершині конкурентоздатності відповідно із документом ІНПО 19-003 від серпня 2019 року (США) необхідно додержуватись 5 наступних цінностей:

- 1) встановлення довгострокових цілей;
- 2) лідерство та розвиток талантів;
- 3) впровадження стандартів досконалості;
- 4) безперервне навчання;
- 5) самосвідомість та самокоррекція.

Важливо що цей нормативний документ передбачає що керівники повинні мати досвід роботи на всіх посадах на підприємстві.

ВІЙНА 2022 року

6. Важливість дотримання цих положень була обґрунтована і після Чорнобильською аварії (спроможність структури та кадрового складу виконувати завдання в екстремальних умовах (лідерські якості, достатність знань вмінь та керівництва відповідно із документом ІНПО), приклади:

- не своєчасна доставка бора на Чорнобильську АЕС в 1986 році;**
- відрив кришок парогенераторів на Рівненській АЕС;**
- неправильний вибір матеріалів для запобіжних клапанів та багато інших які ще не призвели до помилкових рішень.**
- проведення навчань по аварійним планам дій у разі всіх можливих вхідних подій (великих аварій та ядерного нападу), або його імітації для виключення помилкових управлінських рішень, коли тільки у першу хвилину після ядерного вибуху можна від вогневого шару ідентифікувати радіоактивне випромінення, а після нього тільки забруднення місцевості можливо і РАО, які знаходяться у вибуховому пристрої).**

ВІЙНА 2022 року

- 7. При механічному пошкодженні каністр для зберігання відпрацьованого ядерного палива для виключення паро цирконієвої реакції необхідно забезпечити надійне охолодження відпрацьованого ядерного палива з використанням наноридин, які забезпечують на порядок більший коефіцієнт теплопередачі, ізоляцію від води та повітря. Нанорідини також можуть бути використані при організації зовнішнього та внутрішнього охолодження корпусу ядерного реактора для виключення його проплавлення розплавленими паливовміщуючими масами, зокрема з використанням результатів досліджень в Китаї, Франції та Україні.**
- 8. Для військового часу, коли питання стійкості енергосистеми та збереження основного обладнання АЕС виходять на перший пріоритет доцільно мати затверджені режими підвищення стійкості та маневрених характеристик енергосистеми шляхом використання надлишкової енергії АЕС для закачування води на ГАЕС, направлення надлишкової пари при екстремому зниженні потужності АЕС (у разі реальної загрози ракетного нападу) через БРУ до конденсаторів турбін, роботи енергоблоків на зниженому рівні потужності.**

ВІЙНА 2022 року

Основою аварійної готовності повинен стати предметний розгляд світової практики прийняття управлінських рішень в енергетиці та самостійне розрахункове(обґрунтоване) рішення конкретних типових задач, перш за все у найбільш небезпечних можливих ситуаціях коли їх вірогідність найгіршого сценарію дорівнює 100% (військові дії, знаходження об'єкта під зовнішнім контролем).

9.Важливою умовою розвитку ядерної енергетики є наявність :

- людського капіталу включаючи систему підготовки персоналу;**
- наукових, проектних організацій, заводів виробників обладнання та систем, будівельних та налагоджувальних організацій.**

За даними МАГАТЕ створення або відновлення такої інфраструктури у разі перерви у будівництві нових атомних потужностей на термін більше 20 років (час підготовки та активної роботи покоління атомників) буде потребувати додаткових витрат в обсязі вартості будівництва під ключ 2 ядерних енергоблоків. Досвід роботи атомної енергетики України під час військової агресії РФ досі в публічному середовищі не узагальнений, що не дає можливості його використовувати в якості обґрунтувань внутрішньої та зовнішньої політики, навчального процесі.

ВИСНОВКИ

Весь світ пам'ятає небезпеку «мирного атому» на прикладі катастрофи 1986 року на Чорнобильській АЕС, корінною причиною якої стали, за висновками МАГАТЕ, проектні конструктивні дефіцити безпеки ядерного реактора про які було добре відомо його розробникам, але ним бракувало принциповості та мужності щоб унеможливили подібну катастрофу. Чорнобильська катастрофа поділила атомну енергетику «до війни» та «після війни». Зараз РФ веде другу Чорнобильську ядерну «війну» із взяттям під військовий контроль та скасуванням контролю МАГАТЕ за ядерним матеріалами на Чорнобильській та Запорізькій АЕС, наслідки якої для життя та здоров'я населення можуть на порядки перевищувати наслідки «першої війни». Використання високоточної зброї по ядерним установкам Запорізької, Чорнобильської АЕС, ядерній установці ННЦ «ХФТІ» та «об'єктам ядерного надбаня» колишнього Придніпровського хімічного заводу, може призвести до катастрофічних наслідків для всього людства

<https://cigre.org.ua/40-rokiv-katastrofi-na-chornobylskij-aes-atomna-energetyka-ukrayiny-yak-skladova-pek-do-ta-pislya-vijny-vicze-prezydent-ukrayinskogo-nacziionalnogo-komitetu-sigre-oleksandr-zenyuk/>

ВИСНОВКИ

Розвиток ядерної енергетики в світі як і інших високих технологій можливий тільки за умови що користь від її використання перевищує втрати. Ці положення формалізовані у цільових показниках безпеки атомних енергоблоків. Виконані після військової агресії РФ проти України всесвітньо визнаними фахівцями з безпеки атомної енергетики та радіаційної медицини розрахунки та оцінки цільових показників безпеки АЕС та можливих радіаційних наслідків у разі використання звичайних озброєнь та свідомого, за умови відсутності контролю МАГАТЕ, руйнування бар'єрів безпеки та самих систем безпеки показують на неприпустиму вірогідність проектних та навіть запроектних аварій, Прикро бачити, що МАГАТЕ створене за ініціативою Президента США Девіда Ейзенхауера висловленої у промові «Атом заради миру» з метою усунення самої можливості розповсюдження та використання ядерної зброї не реагує адекватно, а санкційні можливості для цього є враховуючи що вартість ядерного бізнесу РФ за межами його кордонів перевищує 100 млрд.дол.США) на агресивні, терористичні військові дії РФ стосовно мирних об'єктів атомної енергетики України включаючи 15 енергоблоків АЕС, сховищ відпрацьованого ядерного палива, підкритичну ядерну збірку в ННЦ ХФТІ.

ВИСНОВКИ

Батьки атомної зброї Андрій Сахаров, Едвард Тейлор, Юлій Харитон чітко висловлювались свого часу що використання ядерної енергії можливо тільки за умови достатньої духовності, розумності, відповідальності людства, а «прагнення до кращого» не повинно призвести, за висловленням академіка Юлія Харитона до «найгіршого»[Л.38,39].

Впровадження малих модульних ядерних реакторів в енергосистему України для виробництва електроенергії, тепла, холоду, енерготехнологічних цілей в металургійній та хімічній промисловостях, заміщення вугільних теплових електростанцій не знижує вимоги до безпеки атомної енергетики включаючи рівень людського капіталу[Л.17,42].

Пропозиції

Розробити та здійснити заходи із розвитку людського капіталу атомної енергетики та промисловості, як складових ПЕК та економіки України, включаючи збереження знань, навичок, забезпечення престижності праці.

Перелік додатків до Інформаційних матеріалів

- 1. Матеріали Зенюка О.Ю. на сайті Українського національного комітету СІГРЕ.**
- 2. Перелік літератури, із скрізною нумерацією по всіх додатках та посиланням на номери сторінок по всіх використаним літературним даним.**
- 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози.**
- 4. Тези виступу Зенюка О.Ю. віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ на Першому семінарі ЄС «Розвиток потенціалу ядерних досліджень і освіти ЄС-Україна» 10 жовтня 2024 року з додатками.**
- 5. Тези запису бесіди редакції телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» з Зенюком О.Ю. -віце-президентом Українського національного комітету СІГРЕ 04 травня 2024 року.**

Додаток1. Матеріали Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна до Інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

- 1.Светелік О.Д., Бондаренко Ю.М., Зенюк О.Ю., Корогод І.М. “Діяльність українського національного комітету СІГРЕ – Друга Регіональна Конференція SEERC 12-13 червня 2018р.”. Журнал Электрические сети и системы № 4-5,2018р. ([Завантажити тут](#))
- 2.Зенюк О.Ю. “Допомогою треба вміти скористатися”. Журнал Термінал №2(848) серпень 2017р. ([Завантажити тут](#))
- 3.Зенюк О.Ю. “Спільне факельне спалювання вугілля та біомаси”. Журнал Енергетика та електрифікація №6, 2018р. ([Завантажити тут](#))
4. Енергетика України – інструменти її відновлення та розвитку» Віце президент Українського національного комітету СІГРЕ Олександр Зенюк У Міжнародна конференція Українського ядерного товариства «Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику» м. Київ 28-29 вересня 2023 року. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/dopov-viczeprezydenta-ukrayinskogo/>

Додаток1.Матеріали **Зенюка О.Ю.** на сайті СІГРЕ-Україна до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

5.Зенюк О.Ю. Результати обговорень питань перспектив розвитку водневої енергетики та теплопостачання. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/zvorotnij-zvyazok-do-statti-viczeprez-2/>

6.Відгуки на статтю **Зенюка О.Ю.**, з питань впровадження інновацій. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/zvorotnij-zvyazok-do-statti-viczeprez/>

Зокрема:

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН України щодо практичного вирішення питань забезпечення якісною водою населення ,промисловості та сільського господарства в взаємодії» річка-водосховище-об'єкт енергетики»([натиснути тут](#));

ДУ «Інститут економіки та прогнозування «НАН України щодо доповнення традиційних моделей оцінки ефективності інвестиційних проектів в енергетиці з позицій кількісної та якісної оцінки всіх наслідків їх реалізації та визначеності пріоритетності державних капітальних інвестицій та мультиплікативних економічних ефектів ([натиснути тут](#));

Додаток 1. Матеріали **Зенюка О.Ю.** на сайті СІГРЕ-Україна до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

ДУ»Національний центр радіаційної медицини» Національної академії медичних наук України, центром що співпрацює з Всесвітньою організацією охорони здоров'я в частині вдосконалення нормативної бази впровадження інвестиційних проектів в енергетику шляхом врахування мультиплікативних ефектів на інші галузі економіки, ВНП, екологію та здоров'я населення на основі принципів оптимізації користь – шкода прийнятому в радіаційному захисті([натиснути тут](#))

7.ЗенюкО.Ю. – “Синхронізація ОЕС України з енергооб'єднанням ENTSO-E – важлива перемога на енергичному фронті“. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/stattya-viczeprezydenta-ukrayinskogo/>

8.Олександр Зенюк – віцепрезидент Українського національного комітету СІГРЕ.
«Впровадження інновацій в енергетику України. Робочі матеріали». доповідь на ІХ Міжнародному конгресі інженерів–енергетиків «Шляхи та методи збереження стійкості енергетичної системи, її відновлення та побудови на засадах інноваційних енергетичних технологій» 15 жовтня 2024 року Електронний ресурс [Впровадження інновацій в енергетику України. Робочі матеріали.](#)

Додаток 1. Матеріали Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

9. Олександр Зенюк – віце президент Українського національного комітету СІГРЕ. Доповідь на ХХХІІІ Міжнародній онлайн конференції «Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики». 20-21 грудня 2023 року Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/hhhiii-mizhnarodna-onlajn-konferenczi/>
10. Олександр Зенюк. Курс лекцій в Національному економічному університеті ім. Вадима Гетьмана «Управлінські рішення в енергетиці» 2020-2021 рік. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/spivrobotnyctvo-derzhavnogo-vyshhogo-n/>
11. Олександр Зенюк. «Впровадження інновацій в атомну енергетику. Доповідь на VI Міжнародній Конференції Перспективи впровадження інновацій в атомну енергетику, Київ 25-27 вересня 2024 року. Електронний ресурс https://drive.google.com/file/d/1hSjsYVF8hOmwSN8X8od9_Ele7TF99wzd/view
12. Олександр Зенюк. Впровадження інновацій в енергетику. Міжнародний круглий стіл «Перспективи впровадження інновацій в атомну енергетику» Київ 24 вересня 2021 року, Електронний ресурс https://old.ukrns.org/images/activity/2021/2021_09_25/_240921-250921.pdf

Додаток 1. Матеріали Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

13. Олександр Зенюк. Впровадження інновацій в енергетиці-Комплексний підхід. Міжнародна конференція NUCNEXT-2025. м.Київ 29 вересня 2025 року Електронний ресурс <https://drive.google.com/file/d/1CjYVFdersNthhYrFTU0jmGe2gvZ2d9XL/view>
14. Олександр Зенюк. Методологія оцінювання повного життєвого циклу-інструмент стратегічного планування енергетики. Круглий стіл «трансформація національної енергетичної системи. Виклики та підходи. Київ 20 листопада 2025 року. Електронний ресурс <https://ienergy.kyiv.ua/novyny/ogoloshenniya/400-transformatsiia-enerhetychnoi-systemy-vyklyky-ta-pidkhody.html>
15. Олександр Зенюк. 40 років катастрофи на Чорнобильській АЕС. Атомна енергетика України як складова ПЕК до та після війни <https://cigre.org.ua/40-rokiv-katastrofi-na-chornobylskij-aes-atomna-energetyka-ukrayiny-yak-skladova-pek-do-ta-pislya-vijny-vicze-prezydent-ukrayinskogo-naczionalnogo-komitetu-sigre-oleksandr-zenyuk/>

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

1. Романов В.П. Дозиметрист АЕС, Энергоатомиздат, 1986.
2. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений, Атомиздат, 1976.
3. Атомное оружие и противоатомная защита, Военное издательство, 1958. (стор.194-195)
4. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения, Энергоиздат. 1985.
5. Носовський А.В. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання, Київ. Фенікс, 2020.
6. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности, Атомиздат, 1976.
7. Романенко О. Розрахунок наслідків використання ядерної зброї з допомогою JORODOC, Рівненська АЕС, 2024.

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

8. Програмний комплекс розрахунку радіаційних наслідків ядерних інцидентів. Ліверморська лабораторія США <https://narc.llnl.gov/HotSpot/HotSpot.html>
9. Г.Кесслер. Ядерная энергетика, Энергоатомиздат,1986 .
10. Н.В. Карпан. Чернобыль. Месть мирного атома, Баланс Клуб,2006.(стор.492,518).
- 11.Н.В. Карпан. От Чернобыля до Фукусимы, Подгорнов,2013(стор.14,66.210-211).
12. Сайт ДСП Чорнобильська АЕС. <https://chnpp.gov.ua/ua/infotsentr/literatura>
13. Ф.Я. Овчинников та ін. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических ядерных реакторов, Атомиздат,1977.(стор.228,229,238-245).
14. В.И. Владимиров. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов, Энергоиздат ,1986 (стор.206,207,212,213).

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

15. В.І. Гаврилюк та ін. Державна система обліку та контролю ядерних матеріалів. Система обліку та контролю ядерних матеріалів на установах, НЦДК ІЯД НАН України, 2022 (стор. 12).
16. В.А. Сидоренко. Вопросы безопасной работы реакторов ВВЕР, Атомиздат, 1977. (стор. 63, 64, 72, 183-187, 201).
17. Радиационные характеристики продуктов деления. Атомиздат, 1974. (стор. 7, 176).
18. Постанова Головного державного санітарного лікаря України «Про введення в дію гігієнічних нормативів » Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» від 01.12.97 №62.
19. Д.Хетрік, Динаміка ядерних реакторів, Атомиздат, 1975, (стор. 15).
20. Наставление по защите войск от оружия массового поражения, Воениздат 1964, (стор. 14 п. 22).
21. Временные нормы радиационной безопасности для космических полетов. ВНРБ-75, Минздрав, 1975.

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

22. Действие ядерного оружия. Военное издательство, 1962.
23. Р.Е Кржижановский, З.Ю. Штерн, Теплофизические свойства неметаллических материалов, Л.»Энергия, 1973 (стор.229).
24. «Методика ідентифікації небезпек, оцінювання та управління ризиків для життя та здоров'я працівників ДП НАЕК «Енергоатом» МТ-Д.06.26.660-22.
25. «Примірна методика визначення вартості життєвого циклу» затверджена наказом Мінекономіки від 28 вересня 2020 року №1858.
26. С.В. Широков. Ядерні енергетичні реактори, НТУ, «КПІ», 1977 (стор.76,82,137,148).
27. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике. М., Энергоиздат, 1981 (стор.204).
28. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче М.» Энергия», 1975 (стор.259-260).
30. В.Ф. Складаров «Завтра був Чорнобиль+»-К.:ННЦ»ИАЕ», 2011.

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

31. «Ретроспективна дозиметрія учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС» (С.В. Іллічов, О.А. Кочетков, В.П. Крючков та ін.; за ред. Канд. фіз.-мат.-наук А.В. Носовського_К.Є. Седа-Стіль», 1996.
32. «Атомное оружие и противоатомная защита» под редакцией Б.А. Олисова. Военное издательство, Москва, 1958.
33. В.О. Сушко, Л.І. Швайко, К.Д. Бази́ка, О.В. Апосто́лова, О.О. Колосинська.
Ураження бронхолегеневої системи внаслідок впливу іонізуючого випромінювання та інгаляційного надходження радіонуклідів в умовах Чорнобильської катастрофи (узагальнення досвіду 35 років досліджень) Проблеми радіаційної медицини та радіобіології, 2021, вип. 26 .
34. Сушко В.О. Патологоморфоз хронічних обструктивних захворювань легень в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук, Київ , 2003 (стор. 20-41).
35. Действие облучения на графит ядерных реакторов. М., Атомиздат. 1978.
36. Широков С.В. Нестационарные процессы в ядерных реакторах: Навч. посібник.-К. 2002.
37. Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего. Национальный доклад Украины-К.: КИМ, 2011.

Додаток 2. Література до інформаційних матеріалів «Атомна енергетика України до і після війни»

38. Последствия ядерной войны: Физические и атмосферные эффекты, часть 1: Пер.с англ..-М.:Мир,1988(Приложение 7А.Выбросы радиоактивных веществ при разрушении ядерных реакторов.стор.334-342).
39. Последствия ядерной войны: Воздействие на экологию и сельское хозяйство, часть П: Пер.с англ..-М.:Мир,1988 (Глава 6 .Опыт и уроки Хиросимы, Нагасаки и других крупных катастроф.(стор.466-512).
40. Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию ядерной энергии,Женева,1955 «Экспериментальные реакторы и физика реакторов”, Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва 1955.(ВГР,стор.366-416,ВВЕР-стор.417-466).
41. Імовірнісний аналіз безпеки атомних станцій (ІАБ), Навч.посібник/В.В.Бегун, О.В.Горбунов, І.М. Каденко та ін.-К.2000
42. Анализ тепловых схем атомных электростанций.Гохштейнд.П.,Верхивкер Г.П,Киев,Издательское объединение «Вища школа»,1977.
43. Мельников Н.П.Конструктивные формы и методы расчета ядерных реакторов.М.Энергоиздат,1985.
44. У.Р.Харпер Основные принципы реакторов деления,М.Госатомиздат,1963(стор.14,21,36).
45. Ривкин С.л.,Александров А.А.Теплофизические свойства воды и водяного пара.-М.:Энергоиздат,1980 .
46. Широков С.В.Ядерные энергетические реакторы:Навч.посібник.-НТУУ»КПІ»,1997(стор.251-264).
47. Широков С.В.Физика ядерных реакторов:Навч.посібник.-К.:Виш.шк.,1993(стор.278).
48. Саркисова А.А.,Пучков В.Н.Судовые реакторы и парогенераторы.Часть1 Физика ядерных реакторов. Москва, Военное издательство,1985 (стор.129).
49. А.И.Пехович и В.М. Жидких Расчеты теплового режима твердых тел.Л.,Энергия,1976.
50. Климов А.И. Ядерная физика и ядерные реакторы.-М;Энергоатомиздат,1985.
51. Г.Фридлиндер,Дж.Кеннеди,Дж. Миллер Ядерная химия и радиохимия,изд.Мир,Москва,1967 (стор.488-490).

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

- 1. При використанні літератури слід враховувати численні похибки та помилки особливо в таблицях, тому завжди при вирішенні практичних завдань необхідно незалежно перевіряти вхідні дані та результати розрахунків, особливо радіаційні характеристики продуктів ділення, та рівні радіації тому що багато інформації бралось із закордонних джерел де використовується не метрична система вимірювань.**
- 2. Для оцінки радіаційних чинників дуже важливо розуміти одиниці вимірювання. Зокрема при прийнятті рішень по аварії на ЧАЕС це мало велике значення[Л.10, стор.518].**
- 3. Головним чинником є індивідуальний підхід, який базується на самоосвіті що дозволяє найбільш ефективно врахувати індивідуальний рівень знань персоналу та визначити оптимальний темп навчання. На загальних колективних зайняттях обговорюються базові, суміжні, проблемні питання, які виникли при самоосвіті та виходячи із завдань поставлених керівництвом, новими нормативно-технічними документами та результати робіт виконаних працівниками.**

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

4. В основу оцінок загроз та порівняння при ядерних подіях покладена відповідно із Довідником «Радіаційні характеристики продуктів ділення». Атомиздат 1974 [Л.17стор.6,176] наступне:

-фундаментальне значення виділення енергії на 1 Акт ділення Урану, Торію або Плутонію, яке становить 200 МЕВ на 1 ділення ядра. Таким чином, 1 Вт потужності відповідає кількість ділень;

$N \text{ діл.} = 1 \backslash 200 \text{ МЕВ} \backslash \text{ділення} \times 1,6 \cdot 10^{(-13)} \text{ Вт сек МЕВ} = 3,1 \times 10^{(10)} \text{ діл} \backslash \text{секВт.}$

Враховуючи що 1 г ТНТ містить $4,18 \times 10^{(10)}$ ерг (1000 ккал), а миттєво віділяється 90% енергії то потужності 1 кг ТНТ відповідає

$N \text{ діл.} = 4,18 \times 10^{(10)} \text{ ерг/г} \times 10^{(9)} \text{ г(Кт)} / 0,9 \times 3,2 \times 10^{(4)} \text{ ерг/ділення} = 1,45 \times 10^{(23)} \text{ ділень} \backslash \text{Кт.}$

Це відповідає 60 г Урану, або Плутонію. Ядерні заряди можуть бути із Плутонію, Урану. В термоядерних ініціатором можуть бути нейтронні джерела (ізотопі важкої води), основна енергія вивільняється із Урану²³⁸.

-для тактичного ядерного заряду потужністю 10 Кт необхідно ділення 600 г Урану або Плутонію.

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

-в ядерному реакторі потужністю 3200 МВт, теплових (80 тон ядерного палива збагаченням 4.4% для ВВЕР-1000, або 180 тон збагаченням 2,4% для РВПК-1000) стаціонарна активність складає 14.976×10^9 Кюри, а через 12 годин 4×10^9 Кюри.

-загальна активність продуктів ділення тактичного ядерного заряду потужністю 1 Кт становить $4,03 \times 10^{11}$ Кюри, а через 12 годин $2,91(7) \times 10^7$ Кюри.

Таким чином, при зрівняній загальній активності ядерного палива реактора ВВЕР-1000 та тактичного ядерного заряду потужністю 1 Кт загальна активність продуктів ділення ядерного вибуху в перші години зменшується на 3 порядки швидше ніж від аварійного ядерного палива, а активність по Йоду через 12 годин на 4 порядки менша ніж після зупинки ядерного реактора [Л.7, 17].

5. Слід зазначити, що розрахунки з використанням комп'ютерних моделей показують, що при аварії пов'язаній із знеструмленням та руйнацією захисної оболонки викиди Йоду 131 в 6600 разів та Цезію в 1390 разів більші ніж при вибуху ядерного заряду потужністю 10 Кт [Л.7, 8] .

6. Розрахунок рівнів активності та радіації від відпрацьованого ядерного палива:

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

6.1 Зв'язок між потужністю експозиційної дози випромінювання P у ($\text{мр}\backslash\text{год}$) та гамма-еквівалентом точкового джерела $-M$ викладеного в міліграм-еквівалентах Радію на відстані R см може бути записана наступною формулою:

$$P = M \times 8,25 \times 10^3 \backslash R^2 \text{ (мр}\backslash\text{год)} \text{ [Л.2, стор.88].}$$

Враховуючи, що потужність ядерного реактора ВВЕР-1000 та РБМК-1000 дорівнює по 3.2×10^6 кВт питомі гамма еквіваленти продуктів розділу Урану 235 у г-екв Радію/кВт при роботі реактора в стаціонарному режимі складають при компанії 3 роки відповідно із літературою [Л.17.стор.58] - $1,45(3)$ у момент аварії, а через 5 суток зменшиться на порядок до $1,83(2)$ г-екв-Радія на кВт що буде відповідати рівню радіації на відстані 200 метрів від точкового джерела з урахуванням поглинання в повітрі та фактору накопичення до $9300 \text{ Р}\backslash\text{год}$ та $1170 \text{ Р}\backslash\text{год}$. Реальні рівні радіації заміряні з гвинтокрила у цей період становили $800-2500 \text{ Р}\backslash\text{год}$. Рівні радіації від фрагментів касет відпрацьованого ядерного палива РВПК-1000 через 3 місяці після аварії складуть на відстані 10 метрів 280 Рентген на годину що співставно із значеннями [Л.11 стор.14].

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

- 6.2. Для оцінки рівнів радіації від касет з відпрацьованим ядерним паливом можна врахувати, що в 1 касеті ВВЕР-1000 500 кг Урану, або те що в реакторі 161 касета. Таким чином рівні радіації від касети ВВЕР-1000 яка від працювала в реакторі 3 роки і вивантажена рік та 10 років тому складуть на відстані 10 метрів 700 та 180 Рентген на годину. Звичайно можна провести оцінки для різних варіантів, але зрозуміло що поводження з відпрацьованим ядерним паливом на АЕС та при його транспортуванні до Центрального сховища відпрацьованого палива як для регламентних так і аварійних робіт можливо тільки дистанційними засобами. Звичайно, що розрахунки слід проводити з використанням програмних комплексів MCNP та SERPENT.**
- 7. Нажаль, ситуація на Запорізькій АЕС і зараз залишається вкрай напруженою в результаті триваючої військової агресії РФ з фізичним контролем агресором навіть безпосередньо ядерних установок та відсутності адекватному реальній загрозі реагуванню світової спільноти, у тому числі шляхом припинення його ядерного бізнесу. У воєнний період, особливо коли потенційно-небезпечний об'єкт знаходиться без фізичного захисту та контролюється терористом необхідно враховувати реальну можливість руйнування всіх бар'єрів безпеки і миттєвого «без течії до руйнування» вивільнення повної енергії яка знаходиться в об'єкті.**

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

Прогнозування наслідків такої аварії в результаті технологічної або з використанням вибухових пристроїв диверсії повинно базуватись на можливості провокуванням реактивностної аварії та миттєвого «руйнування без течії» навіть корпусу реактора. При ліквідації наслідків такої аварії безумовно треба не тільки дотримуватись діючих норм та правил але і оперативно використовувати принцип оптимізації, для отримання мінімально-можливого впливу на економіку, навколишнє природне середовище та здоров'я населення. В умовах військової агресії рф енергосистема Україна знаходиться під постійною ракетною загрозою, що призводить до аварійних відключень навіть атомних енергоблоків від мережі та спрацювання їх ресурсу і створює проблеми по продовженню їх терміну експлуатації.

8. Характерною особливістю ядерних реакторів є 3 фактора, які можуть на порядки збільшити небезпеку навіть після аварії:

- остаточні тепловиділення, які можуть призвести до розгерметизації ТВЕЛ, плавлення ядерного палива та повного виходу РБГ в навколишнє середовище (АЕС Фукусіма);

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

- йодна яма, коли реактор може вдруге вийти в критичний стан навіть з вибухом та роботі у пульсуючому режимі до повного спрацювання запасів реактивності, або механічного руйнування критичних систем, як це було на Чорнобильській АЕС, коли за цей час не був доставлений бор і радіаційні наслідки від повторного виходу в критику, руйнування та возгорання залишившихся критичних систем реактора збільшили радіаційні викиди за оцінками [Л.11, стор.,66-74] в 20 разів .
- виділення енергії у разі реактивнісної аварії для реактора РВПК в еквіваленті 30 тон тринітротолуолу, [Л.11, стор.66]. а в реакторах ВВЕР-1000 до 100 тон тринітротолуолу що може призвести до механічного руйнування реактора:

8.1. Потенційна енергія, яка може виділитися при аварії на реакторі РWR та може стати пусковим гачком радіаційної аварії, відповідно із проектними оцінками для реактора Янки США, потужністю 465 МВт [Л.13 стор.228] складає:

- теплоносій 1 контуру 10(8) кДж (100 тон ТНТ);
- енергія нейтронного сплеску, хімічна реакція оболонок твелів, остаточні тепловиділення за 1 добу після аварії по 10(7) кДж (10 тон ТНТ).

Оцінки наведені нижче, відповідно із методиками та вихідними даними наведеними [Л.13-28] показують, що для реактора ВВЕР-1000 ефекти аналогічні.

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

8.2. Потенційна енергія, яка може виділитися при аварії на реакторі ВВЕР- 1000, за аналогією із проектними оцінками для реактора Янки США, оцінена за методикою [Л.14 стор.206-213] складе:

- теплоносій 1 контуру $3,46 (8) \text{ кДж} = 346(9) \text{ Дж} = 83 \text{ тон ТНТ}$ (Енергія для 372000 кг води 1 контуру з ентальпією при 300С та тиском 160 кг/см² рівною 1337 кДж/кг та при охолодженні при витіканні до 100С -417 кДж/кг);
- вода у парогенераторах $4,05(8) \text{ кДж} = 96 \text{ тон ТНТ}$ (Енергія для 508000 кг води в парогенераторах з ентальпією при 60 ат та 275С рівною 1213 кДж/кг та при охолодженні при витіканні до 100С -417 кДж/кг);
- енергія нейтронного сплеску $0,9(7) \text{ кДж} = 9(9) \text{ Дж} = 9 \text{ тон ТНТ}$. (Енергія за формулою 4.2.4[Л14, стор.207] для ефективності СУЗ групи із 12 кластерів 0,0136 [Л.13, стор.244], питомій теплоємності активною зони із UO₂ рівною 0,25кДж/кг. Град [Л.23, стор.229], значенні Бета для Урану 0,0064; коефіцієнту реактивності по температурі ядерного палива $3(-5) \text{ Град}(-1)$ [Л.13, стор.245]). Крім того, відповідно із [Л. 14 стор.212 п.4.2.3] потужність реактора збільшиться у 300 разів, а температура палива на 700С.

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

Режим «холодний зупин»

Потужність остаточного тепловиділення ВВЕР-1000 в режимі тривалої зупинки (після 1 тижня) становить 1,3 МВт а в першу неділю 5-8 МВт ця енергія може стати стартовою у випадку реактивністних аварій. Концентрація борної кислоти складає 12 грам на літр, тобто підкритичність забезпечується при відриві кришки реактора. Критичним є створення в активній зоні лінзи подачею неборованої води

Режим «гарячий зупин», робота на потужності

У випадку відриву кришки реактора із активної зони вилучаються і кластери управління і захисту, тому вони заглушити реактор не вможі.

8.3. У разі відсутності необхідного фізичного захисту і можливості несанкціонованого втручання у технологічний процес, або у приміщення, існують 2 шляхи катастрофічного виділення енергії теплоносія I контуру:

- вилучення 1 групи СУЗ із критичного стану з виділенням енергії в обсязі до 9 тон ТНТ достатньої для відриву кришки реактора [Л. 14, стор. 206-213];
- руйнування шпильок кришки реактора вибуховим пристроєм [Л. 15, стор. 12].

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

8.4. У разі швидкого виділення енергії, яка міститься у теплоносії 1 контурі можливі 2 сценарії:

- режим «холодний зупин», енергії достатньо для пошкодження реактора, але не достатньо для руйнування захисної оболонки і радіаційна аварія локалізується в захисній оболонці;
 - режим «гарячий зупин», енергії достатньо для руйнації корпусу реактора та захисної оболонки, відбувається радіаційне забруднення навколишнього природного середовища
- Підтвердженням можливості цих сценаріїв стала диверсія на АЕС «Кебер» у Південно-Африканській республіці [Л.15 стор.12], де 17 грудня 1982 року були встановлені та підірвані на кришках реакторів обох енергоблоків по 4 магнітних міни і тільки через те що реактори не були завантажені ядерним паливом і не знаходились на потужності радіаційної катастрофи не сталося.

Додаток 3. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

8.4. При виконанні обґрунтувань можливості пуску головних уніфікованих енергоблоків АЕС в умовах недостатньої щільності захисних оболонок та проведенні навчань сил цивільного захисту колишнього СРСР у 1983 році у разі воєнної загрози для АЕС і обґрунтувань рішень Урядової комісії з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 1986 році були виконані оцінки, які показали умови доцільності змін та встановлення нових рівнів радіаційного ураження для втручання при радіаційних аваріях, доцільності при загрозі військової агресії з можливим використанням ядерної зброї переведення реакторних установок у стан «холодний зупин», що розрахунково забезпечує у разі ядерних аварій зниження радіаційних викидів на 2-3 порядки і виключення тривалої евакуації та йодної профілактики.

Додаток 3 .Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози

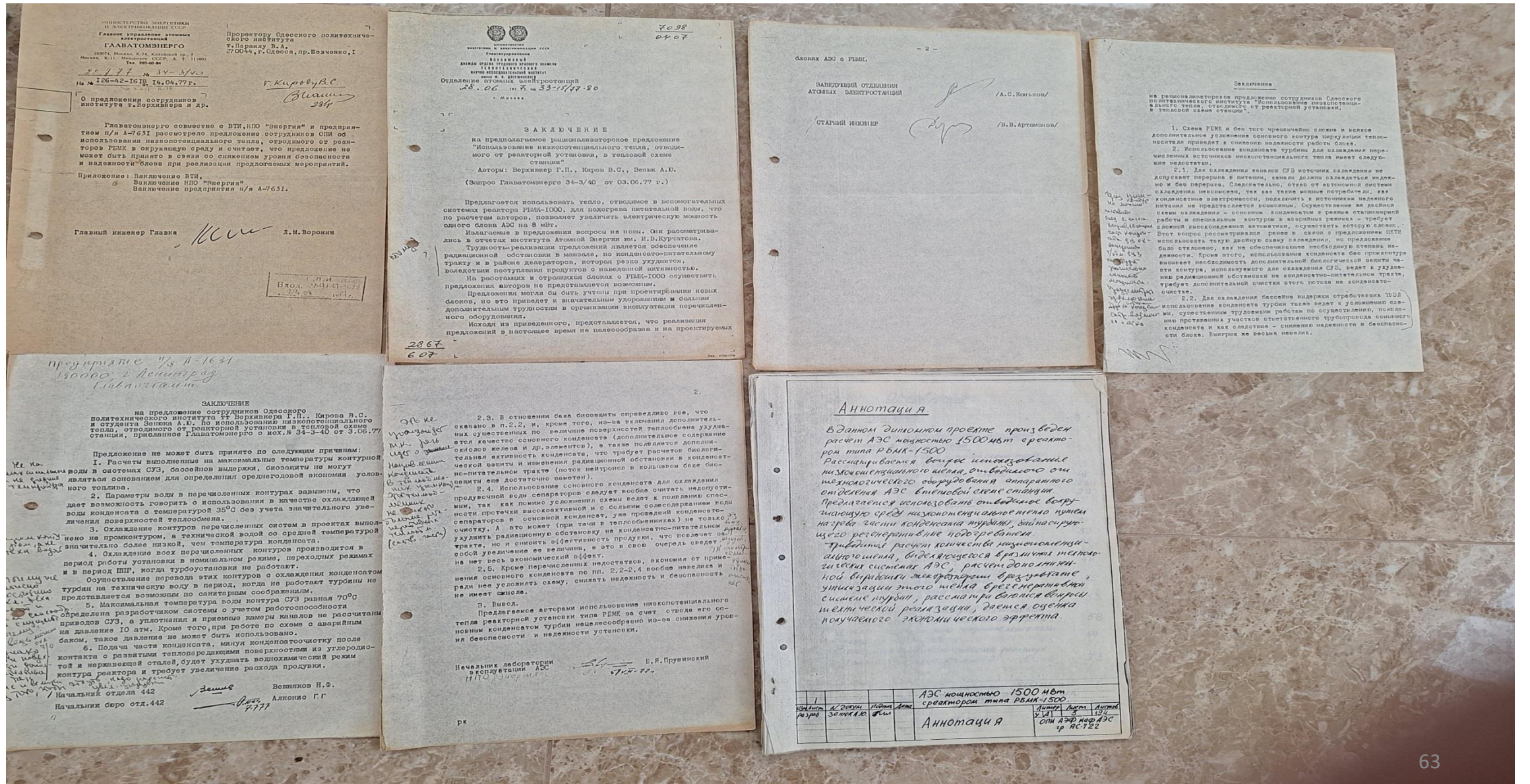
8.5. При механічному пошкодженні каністр для зберігання відпрацьованого ядерного палива для виключення паро цирконієвої реакції необхідно забезпечити надійне охолодження відпрацьованого ядерного палива з використанням наноридин які забезпечують на порядок більший коефіцієнт теплопередачі, ізоляцію від води та повітря. Нанорідини також можуть бути використані при організації зовнішнього та внутрішнього охолодження корпусу ядерного реактора для виключення його проплавлення розплавленими паливовміщуючими масами, зокрема з використанням результатів досліджень в Китаї, Франції та Україні.

8.6. Оцінка інтенсивності випромінювання в районі радіаційного забруднення зроблені на базі досліджень, які були проведені в США та Німеччині при аварії ядерного реактора з розплавленням активної зони та наступним паровим вибухом з переведенням ядерного палива в аерозольну та дрібно-дисперсну форму 1% активності яка зосереджена в активній зоні. [Л.7,8,9] показали що більше 90% цієї активності з урахуванням стандартних погодних умов буде зосереджена в 30 км зоні з рівнем забруднення на її границі 10 мр/год на 1 сутки, 5 мр/год на 5 сутки, 1 мр\год на 180 сутки та 0.1 мр/год через 5 років. Якщо врахувати що на 1 сутки після аварії енергія гамма випромінювання стабілізуються на рівні 0,5-0,6 МЕВ та прийняти рівень інтенсивності гамма-випромінювання на висоті 1 метр за одиницю на висоті 10 метрів він знизиться в 2 рази, 100 метрів в 4 рази, 200 в 12, 500 метрів-100, 1000 метрів 200 разів. [Л.3.стор.194-195].

Приклади кращої практики навчання (ОПІ)

- 1. Спільні проекти із студентами з направленням матеріалів на рецензування до виробничих, проектних, наукових організацій.**
- 2. Під час навчання обов'язковий розрахунок кожним студентом всіх типів реакторів та відповідних теплових схем (водоводяний, киплячий, газоохолоджувальні, на швидких нейтронах) з оцінкою впливу спеціального питання на техніко-економічні показники АЕС або енерготехнологічної установки.**
- 3. Залучення до навчального процесу відомих та авторитетних фахівців:**
проектних, наукових, виробничих організацій:
 - Гохштейн Д.П. – голова комісії з термодинаміки при РМ СРСР, керівник проблемної лабораторії по дослідженню та розробці термодинамічних циклів АЕС на неводяних парах, публікація наукових матеріалів в Першому номері журналу Атомна енергія разом з академіком І.В. Курчатовим);**
 - Верхівкер Г.П.- начальник цеху електростанції;**
 - Герліга В.А.- випробувальник ракетних двигунів;**
 - Гутман Ю.І.- використував в лекціях Наукове надбання одесита Георгія Гамова.**

Приклади кращої практики навчання (ОПІ)





azenyuk2013@gmail.com

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

на 1st NURECAB WORKSHOP
OCTOBER 10, 2024, 9:00 - 17:15 KYIV TIME

«UA and EU nuclear education trends and nuclear industry prospects»

1. Загально визнано, умовою розвитку ядерної енергетики є наявність:

- людського капіталу включаючи систему підготовки персоналу;
- наукових, проектних організацій, заводів виробників обладнання та систем, будівельних та налагоджувальних організацій.

За даними МАГАТЕ створення або відновлення такої інфраструктури у разі перерви у будівництві нових атомних потужностей на термін більше 20 років (час підготовки та активної роботи покоління атомників) буде потребувати додаткових витрат в обсязі вартості будівництва під ключ 2 ядерних енергоблоків.

В Україні існує система підготовки фахівців для енергетики на ефективність та якість якої впливає загальний рівень людського капіталу в країні.

Статус держави визначається ВВП який формується людським та економічним капіталом. Статут ГС»СІГРЕ-Україна», як професійного об'єднання визначає формування людського капіталу як основний від діяльності. Внесок людського соціального капіталу формується із:

- знань;
- вмінь;
- розуміння;
- творчості.

Синергію взаємодії громадськості та Держави забезпечує рівень впевненості що дії структур влади відповідають очікуванням населення.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Довідково

1. Соціальний капітал держави-це здатність її громадян до відтворення матеріальних цінностей. Він має вирішальне значення для забезпечення стрімкого, стійкого та інклюзивного зростання в Україні. За останніми оцінками національного багатства 141 країни світу, в Україні на СК припадає лише 34% загального національного багатства, тоді як у країнах з нижчим за середнім рівнем доходів -51%. А по регіонам Європи і Центральної Азії 62% За індексом людського розвитку Україна на 77 місці серед 191 країни. У процесі післявоєнного відновлення країни особливу увагу слід звернути на освіту, яка є одним із вирішальних чинників формування соціального і людського капіталу суспільства

В.П. Оніщенко. Людський та соціальний капітал України (знання,розуміння,вміння,творчість) економіка України №1(734)2023.

В.П.Оніщенко Соціальний капітал бізнесу:мета,формування і стратегія реалізації. Економіка України№7(752), 2024.<https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/economyukr/article/view/2024-07-1/2024-07-1>

2.Вимоги до знань та вмінь персоналу, який працює в електроенергетиці викладені в Правилах безпечної експлуатації електроустановок споживачів. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text> сформульовані в розділі 2. Основні вимоги безпеки під час обслуговування електроустановок де визначено вимоги до керівників підприємств членів комісій з перевірки знань ,що :

5) для одержання груп IV-V додатково необхідно знати компонування електроустановок і уміти організувати безпечне проведення робіт, уміти навчити працівників інших груп Правилам безпеки і наданню першої допомоги потерпілим від електричного струму;

6) для одержання V групи необхідно також розуміти, чим викликані вимоги пунктів Правил безпечної експлуатації електроустановок.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

3. Велике значення має зворотній зв'язок з причин та наслідків експлуатаційних подій у роботі атомних станцій. Є декілька джерел такої інформації:

-підручники, мемуари наприклад книги Карпана Н.В., Широкова С.В., Шавлова М.П., Сидоренко В.О.;

-узагальнені матеріали Держінспекції з експлуатації електростанцій та мереж, які доповідались та опрацьовувались щорічно з персоналом у тому числі АЕС під час перевірки готовності до роботи в ОЗМ;

-результати розслідування експлуатаційних подій на АЕС відповідно із Положенням про порядок розслідування та обліку експлуатаційних подій у роботі АЕС. <https://www.kmu.gov.ua/news/poryadok-rozsliduvannya-ta-obliku-ekspluataciynih-podij-u-roboti-atomnih-stancij-zminitsya-z-1-sichnya-2022-roku> та Вимогами до проведення технічного обслуговування і ремонту обладнання систем важливих для безпеки АЕС <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0597-23#Text>.

3. Необхідність досягнення конкурентного рівня Людського капіталу обумовлена перш за все Корпоратизацією НАЕК «Енергоатом», що обумовлено тим що в статуті (Статті 5) відмічено, що основна мета Компанії це отримання прибутку. Тобто будуть існувати тільки структури та фахівці які максимально ефективні. Крім того в АТ «НАЕК» Енергоатом» будуть впроваджуватись технології США та Японії, а в цій країнах діє прецедентне право, тобто практика максимального врахування досвіду, включаючи судових рішень. (Ними врахований досвід ліквідації аварії на ЧАЕС, чисельність підрозділів визначається кваліфікацією працівників і їх можливостями, життєвий найм, екзамени з представником науковців (тобто не все можна запам'ятати, треба самостійно вирішувати задачі), повнотекстові бази даних. Ті самі підходи і в нашій атомній енергетиці , але вони не формалізовані у вигляді нормативних документів. В акціонерних товариствах кожен фахівець повинен писати звіт про проведену роботу з документальним підтвердженням ефективності. Тому є обов'язковим участь в роботі СІГРЕ (технічні комітети) та інших організаціях, участь в розробленні посібників, інструкцій та ін.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

4. Навчання фахівців може здійснюватися в навчальних закладах та самостійно.

Для цього рекомендовану літературу можна розділити за 3 розділами для:

- технікумів, є тільки таблиці, по яким можна робити оцінки;

- вузів де є формули та теорія достатня для оцінок практичних задач (рівні радіації від ТВС, вплив на рівень радіації вологості повітря та відстані, ізотопний склад, системи диференціальних рівнянь для виконання, відсутність доступу до Атомної програми СРСР але замість цього можливо ознайомитись з матеріалами Манхеттенського проекту.

- наукові (розрахунки за комп'ютерним програмам, але не маючи алгоритмів і констант можуть бути невірні оцінки. Додатково розробники програм не дають алгоритми тому навіть з урахуванням програм та комп'ютерів із штучним інтелектом не можливо зробити оцінки в нестандартних умовах відсутності вхідних даних (Подібні розрахунки виконував Інститут кібернетики НАН України на замовлення Інституту технічної фізики акад. Харитон Ю.Б.)

Обговорювати робити розрахунки тільки по питання в яких учасники безпосередньо приймали участь, або розраховували (це принцип західних журналістів). Наприклад розрахунки ядерних реакторів навіть по формулі 4 множників на лінійках логарифмічних, рівні радіації Чорнобильській АЕС (від фрагментів палива, над реактором). Різниця забруднення від ЧАЕС та Фукусіми (відсутність трансуранив в Фукусіми), ядерні реактори не пожаробезпечні (паро цирконієва реакції 1,7 тисяч тон графіта) Література авторів які авторитетні і добре знають предмет (Овчинников Ф.Я., Владимиров В.В., Олисов Б.О. (Інститут хім фізики акад. Харитона Ю.Б.)

. Необхідно створювати посібники та затверджувати їх Директорами підприємств як обов'язкові для підготовки до здачі екзаменів:, наприклад для ЧАЕС, РАЕС та ін. Тоді відповідальність несе не тільки Директор та Головний інженер, а і безпосередній фахівець.

«Студент то не сосуд який треба наповнити, а факел який треба запалити». Проф. Ю. Костенко Одеський політехнічний університет.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

5. Аварійну готовність атомної енергетики України при військовій агресії РФ та загрозах терористичних діях доцільно розглянути на базі наступного :

- обґрунтувань прийняття рішень при ліквідації аварії на ЧАЕС 1986 року, навчань з Цивільного захисту 1983 року, навчань на Запорізькій АЕС 2022 року, досвіду корпоратизації Пр АТ «НЕК Укренерго, Пр АТ »Укргідроенерго»;
- впровадження кращої світової практики та європейських стандартів при стратегічному планування та публічних закупівлях з урахуванням всіх витрат протягом життєвого циклу включаючи ремонт, технічне обслуговування, зняття з експлуатації, впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я населення, мультиплікативних ефектів на інші галузі економіки та валовий національний продукт, витрат на страхування ядерної шкоди та інших ризиків. Зокрема, практик:
- України по досвіду розроблення та затвердження Першочергових заходів з екологізації енергетики, як складової ПЕК підписаних президентом НАН України академіком Борисом Патоном та узгоджених у тому числі НАЕК «Енергоатом» (По складовим життєвого циклу відповідно із Примірною методикою затвердженою Мінекономіки наказом від 28 вересня 2020 року №1894.

По складовій страхування після корпоратизації за інформацією Об'єднання ядерний страховий пул, <https://nuclearpool.com.ua/about>,

Генеральний директор Расшиванов Дмитро Петрович підкреслив, що необхідно використовувати досвід та практику інших країн, які мають ядерні об'єкти щодо страхування не тільки ризиків від можливої ядерної шкоди, а і обладнання та систем. Відповідно із світовою практикою відповідальність за реагування і відповідно фінансування витрат за забезпечення реагування на проектні загрози несе Експлуатуюча організація, за запроектні - Держава та експлуатуюча організація, гіпотетичні Держава);

- інших держав, зокрема Китай, Німеччина, Польща (по мультиплікативним ефектам).
- участі в роботі комісії по фізпуску на енергоблоці №3 ЧАЕС (Решетников Е.А., Гриневиц Ф.А), забезпеченні ліквідації аварії на ЧАЕС 1982 року, матеріалів відрядження на ЛАЕС 1983 року (Карраск М.П., Уманець М.П, Шавлов М.П.), роботі з підрозділами ЧАЕС, зокрема ПТО (Геллерман О.Д.), ПЕО (Лютая Н.К), ОЯБ и КН (Гобов О.Л), тому що, керівництво міністерства енергетики України та ПЕ О Київенерго у зв'язку із планами передачі ЧАЕС до Міненерго цікавили перш за все спеціальні ядерні питання, а керівниками служб атомних станцій (Уразовський В.С., Надтокін А.Н.) були компетентні, авторитетні і мали досвід роботи на подібних реакторах.
- участі в роботі з членами та експертами Урядової комісії перш за все:
- акад. Собатовичем Е.В. Інститут якого був задіяний у вивченні місячного ґрунту, поводженні з РАО на ЛАЕС, ядерних полігонах (тільки цей Інститут є у спогадах Легасова В.О.),

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Після аварії на ЧАЕС вимоги до персоналу визначені:

-Законом України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» встановлений розподіл відповідальності між гілками влади, Електронний ресурс <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#Text>, зокрема:

- відповідальність за безпеку використання ядерної енергії покладена на Експлуатуючу організацію;
- кваліфікаційні вимоги до керівників атомної галузі, або осіб які на це претендують, в частині освіти та досвіду роботи конкретизовані на рівні Кабінету міністрів України, Електронний ресурс <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1162-2008-%D0%BF#Text>);(Керівники і заступники керівників, експлуатуючих організацій та організацій які займаються проектуванням та виготовленням обладнання для АЕС здають екзамени в центральних комісіях ЦОВВ і повинні як члени центральних комісій не тільки знати , а і бути спроможні роз'яснювати положення нормативних документів, тобто у протоколі записуватись не тільки знає, а і розуміє та може пояснити. Якщо члени комісії за результатами екзамену не будуть впевнені в званнях екзаменуємих то записувалось «без права участі в роботі центральної комісії з перевірки знань»);
- Держатомрегулювання на період військового часу визначила, що дозвільна діяльність в атомній енергетиці здійснюється з урахуванням принципу оптимізації, Електронний ресурс <https://snriu.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/2023-do-nakazu1-1.pdf>.

6.Технічне навчання, як елемент формування культури безпеки, що базується на принципі оптимізації, коли кожній проблемі приділяється увага відповідна її значущості. При цьому, керівники і фахівці повинні досягнути вершин культури безпеки пройшовши рівні: Знання, Розуміння, Вміння та Творчість. Правила технічної експлуатації та НПАОП 40.1-1.21-98 ПУЄ встановлюють що члени центральних комісій з перевірки знань крім знань самих норм та правил повинні розуміти і бути спроможні пояснити значення норм та правил, Електронний ресурс <https://dsp.gov.ua/faq/poriadok-prysvoennia-hrup-z-elektrobezpeky/>. Рівні Вміння та Творчості не встановлюються нормативними документами, а формуються технічним навчанням та досвідом.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

6.1. Основою технічного навчання повинен стати предметний розгляд світової практики прийняття управлінських рішень в енергетиці та самостійне розрахункове(кількісне) рішення конкретних типових задач, перш за все у найбільш небезпечних можливих ситуаціях, коли їх вірогідність найгіршого сценарію дорівнює 100% (військові дії, знаходження об'єкта під зовнішнім контролем).

6.2. В ряді країн де експлуатуються ядерні об'єкти діє прецедентне право, тобто практика судових рішень розповсюджуються на інші аналогічні випадки, це стосується, наприклад США та Японії де краща практика враховується в обов'язкових процедурах, наприклад, вимогах до проведення технічного навчання та кваліфікації керівників (керівні документи ІНРО США, або вимоги до прийняття екзаменів на АЕС Японії). Відповідна практика існує і в Україні:

- керівники задають при прийомі на роботу питання по суті діяльності, як правило технічні (наприклад Комісії по фізпуску, група керівництва пуском, керівники підприємства. Копчинский Г.О., Штейнбег М.О., Широков С.В., Єщенко О.А);
- Матеріали роботи всіх комісій з розслідування подій на АЕС обов'язково доводяться до виконання персоналу розпорядженнями керівника підприємства, і вони діють до кінця року. По підсумками року діяльність по включенню зауважень в експлуатаційні інструкції та нормативно-правові акти систематизується і при необхідності включається у плани перегляду нормативно-правових актів підприємства.

При аварії на ЧАЕС міністр енергетики України Склярів В.Ф. та заступник міністра Семенюк В.М. в перші дні аварії самостійно робили переключення на підстанції Чорнобильського РЕС. Заяви керівників ЧАЕС щодо відсутності у них базової освіти в ядерній енергетиці, та інспектора Держенергонагляда щодо інформування керівництва ЧАЕС на оперативних нарадах без документування про порушення не були прийняті судом до уваги. Таким чином можна зробити висновок що атомна енергетика США та Японії врахувала у практичній роботі досвід ліквідації аварії на ЧАЕС, зокрема в обсязі матеріалів кримінальної справи 19-73 щодо аварії на ЧАЕС в 1986 році.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

7. Необхідність комплексного розгляду питань формування людського капіталу

7.1. Актуальність теми та матеріали для обговорення визначені виходячи із:

- рішення щодо корпоратизації АТ «НАЕК»Енергоатом» і забезпечення досягнення основної мети цієї діяльності відповідно із пунктом 5 Статуту отримання максимального прибутку, або мінімізації можливих збитків на всьому періоді і всіх складових життєвого циклу виробництва електроенергії на АЕС, включаючи експлуатацію, ремонт, зняття з експлуатації, вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я населення, мультиплікативні ефекти на інші галузі економіки та валовий національний продукт, страхування можливих втрат;

-матеріалів управлінського аудиту (оцінки ефективності роботи) виконаного за 2 цільовими формами:

1) достатність і відповідність структури завданням та відповідальності визначеним Законами України та Положенням про АТ «НАЕК»Енергоатом» виходячи із обсягів реальних робіт та типових трудовитратах для них;

2) спроможність структури та кадрового складу виконувати завдання в екстремальних умовах (лідерські якості, достатність знань, вмінь відповідно із документом ІНПО).

Приклади:

-несвоєчасна доставка борної кислоти на Чорнобильську АЕС в 1986 році;

- відрив кришок парогенераторів РАЕС;

-неправильний вибір матеріалів для запобіжних клапанів РАЕС та багато інших, які не призвели до аварійних подій;

- відсутність в аварійних планах дій у разі найбільш тяжких аварій та терористичного нападу, або його імітації для виключення помилкових управлінських рішень коли, наприклад:

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

1) тільки у першу хвилину після ядерного вибуху можна від вогневого шару ідентифікувати радіоактивне випромінення, а після нього тільки забруднення місцевості можливо і РАО які знаходяться у вибуховому пристрої;

2) охолодження залишившегося без охолодження аварійного ядерного палива наноридинами
Окреме значення має досвід ліквідації аварій (ЧАЕС 300 рішень ПК, підготовка документів та матеріали по справі 19-73).

7.2. Технічне навчання це елемент підготовки та підтримання кваліфікації персоналу до дій у разі військової агресії та загрозах терористичних дій. Закони управління свідчать що у разі військової агресії та терористичних дій з захопленням об'єкта необхідно орієнтуватись на найгірший фізичний сценарій, час для підготовки управлінських рішень вимірюється годинами і без попередньої підготовки здійснити оптимальні управлінські рішення неможливо. В основу технічного навчання покладені доступні матеріали по терористичний акту на АЕС у Південно-Африканській республіці у 1982 році, навчання в СРСР по діям у разі ядерного нападу на АЕС у 1983 році, ліквідації аварії на ЧАЕС у 1986 році, навчань на Запорізькій АЕС у 2022 році.

7.3. Для населення та промисловості загрозу становлять аварії на атомних електростанціях включаючи сховища відпрацьованого ядерного палива та безпосередньо використання тактичної ядерної зброї. Ядерна зброя крім радіаційного впливу несе загрозу - електромагнітний імпульс (журнал Электрические сети и системы №2,3 2020). Таким чином, не виключається відмова всіх комп'ютерних систем з необхідністю виконання оперативних оцінок без їх використання.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

7.4. У зв'язку із необхідністю прийняття оперативних рішень персонал задіяний у ліквідації наслідків подій повинен мати не тільки знання норм, правил та стандартів, інструкції на аварійні ситуації, а і вміти самостійно робити оцінки для обґрунтування рішень та заміщати, як підлеглий так і керівний персонал у разі його вибуття.

7.5. У матеріалах розслідування кримінальної справи по факту аварії на ЧАЕС 1986 року відмічено, що спроби підсудних відмітити що деякі питання безпеки експлуатації реакторів РВПК не відмічені у посадових і технологічних інструкціях не були сприйняти тому що в атомній енергетиці за висновками експертів повинні працювати фахівці, а в інструкціях не можливо все передбачити через їх невеликий об'єм, а всі фізичні особливості фахівці і так розуміють. Крім того, члени центральних комісій з перевірки знань повинні не тільки знати норми, правила та стандарти, а ї розуміти їх значення та обґрунтування [Л.10,стор.492]. Особливу увагу заслуговує рішення по інспектору Держатомінспекції на ЧАЕС у відношенні до якого було відмічено «недостатня настійливість в доведенні позиції до керівництва станції» [Л.11, стор.210-211].

7.6. Законом України Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку вся повнота відповідальності за використання ядерних установок покладена на експлуатуючу організацію, а рішеннями Уряду визначені кваліфікаційні вимоги до керівників та заступників керівників експлуатуючих організацій, а в документах МАГАТЕ та відомчих викладені правила організації роботи з персоналом. Важливим є те що для забезпечення принципу лідерства технічне навчання повинні проводити керівники підрозділів, або залучати до нього фахівців інших організацій. Після Чорнобильської аварії була запроваджена практика коли інженерно-технічні працівники отримували другу додаткову інженерно-технічну освіту по атомній спеціальності.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

7.7. В акціонерних компаніях відповідно із типовим положенням основною метою є отримання прибутку, тому за результатом управлінського аудиту перевіряється не тільки формальне виконання завдань та функцій, а і їх ефективність з коригуванням штатного розпису та вимог до обсягу та глибини знань вмінь, розуміння та використання знань конкретним працівником. Для цього, для працівників які знаходяться в резерві, крім обов'язкової базової інженерної освіти в атомній галузі передбачається цільове навчання по питанням управління та економіки. Керівники підприємств атомної галузі зацікавленні у повній компетенції персоналу, тому що все одно вони відповідають за все. Практика комерційних структур у закупівлях обладнання та матеріалів прямо не діє.

7.8. Для того щоб організація знаходилась на вершині конкурентоздатності відповідно із документом Американського інституту підтримки експлуатації АЕС -ІНПО 19-003 від серпня 2019 року необхідно додержуватись 5 наступних цінностей:

- 1) встановлення довгострокових цілей;
- 2) лідерство та розвиток талантів;
- 3) впровадження стандартів досконалості;
- 4) безперервне навчання;
- 5) самосвідомість та самокоррекція.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Додатки

4.1. Матеріали Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна.

4.2. Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози.

4.3. Перелік літератури.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Матеріали і Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна**

- 1.Светелік О.Д., Бондаренко Ю.М., Зенюк О.Ю., Корогод І.М. “Діяльність українського національного комітету СІГРЕ – Друга Регіональна Конференція SEERC 12-13 червня 2018р.”. Журнал Электрические сети и системы № 4-5,2018р. ([Завантажити тут](#))
- 2.Зенюк О.Ю. “Допомогою треба вміти скористатися”. Журнал Термінал №2(848) серпень 2017р. ([Завантажити тут](#))
- 3.Зенюк О.Ю. “Спільне факельне спалювання вугілля та біомаси”. Журнал Енергетика та електрифікація №6, 2018р. ([Завантажити тут](#))
4. Енергетика України – інструменти її відновлення та розвитку» Віце президент Українського національного комітету СІГРЕ Олександр Зенюк У Міжнародна конференція Українського ядерного товариства «Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику» м. Київ 28-29 вересня 2023 року. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/dopov-viceprezydenta-ukrayinskogo/>
- 5.Зенюк О.Ю. Результати обговорень питань **перспектив розвитку водневої енергетики та теплопостачання.** <https://cigre.org.ua/zvorotnij-zvyazok-do-statti-viceprez-2/>
- 6.Відгуки на статтю Зенюка О.Ю, з питань впровадження інновацій. <https://cigre.org.ua/zvorotnij-zvyazok-do-statti-viceprez/>

Зокрема:

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища» НАН України щодо практичного вирішення питань забезпечення якісною водою населення ,промисловості та сільського господарства в взаємодії» річка-водосховище-об’єкт енергетики»([натиснути тут](#));

ДУ «Інститут економіки та прогнозування «НАН України щодо доповнення традиційних моделей оцінки ефективності інвестиційних проектів в енергетиці з позицій кількісної та якісної оцінки всіх наслідків їх реалізації та визначеності пріоритетності державних капітальних інвестицій та мультиплікативних економічних ефектів ([натиснути тут](#));

ДУ «Національний центр радіаційної медицини» Національної академії медичних наук України,центром що співпрацює з Всесвітньою організацією охорони здоров’я в частині вдосконалення нормативної бази впровадження інвестиційних проектів в енергетику шляхом врахування мультиплікативних ефектів на інші галузі економіки,ВНП, екологію та здоров’я населення на основі принципів оптимізації користь –школа прийнятому в радіаційному захисті ([натиснути тут](#))

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Матеріали ї Зенюка О.Ю. на сайті СІГРЕ-Україна**

7.ЗенюкО.Ю. – “Синхронізація ОЕС України з енергооб’єднанням ENTSO-E – важлива перемога на енергичному фронті“.
<https://cigre.org.ua/stattya-viczeprezydenta-ukrayinskogo/>

8.Олександр Зенюк – віцепрезидент Українського національного комітету СІГРЕ. «Впровадження інновацій в енергетику України. Робочі матеріали». доповідь на ІХ Міжнародному конгресі інженерів–енергетиків «Шляхи та методи збереження стійкості енергетичної системи, її відновлення та побудови на засадах інноваційних енергетичних технологій»15 жовтня 2024 року [Впровадження інновацій в енергетику України. Робочі матеріали.](#)

9.Олександр Зенюк –віце президент Українського національного комітету СІГРЕ. Доповідь на **XXXIII Міжнародній онлайн конференції «Проблеми екології та експлуатації об’єктів енергетики»**. 20-21 грудня 2023 року <https://cigre.org.ua/hhhiii-mizhnarodna-onlajn-konferenczi/>

10.Олександр Зенюк. Курс лекцій в Національному економічному університеті ім. Вадима Гетьмана «Управлінські рішення в енергетиці» 2020-2021 рік. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/spivrobitnycztvo-derzhavnogo-vyshhogo-n/>

11. Олександр Зенюк. «Впровадження інновацій в атомну енергетику. Доповідь на VI Міжнародній Конференції Перспективи впровадження інновацій в атомну енергетику, Київ 25-27 вересня 2024 року. https://drive.google.com/file/d/1hSjsYVF8hOmwSN8X8od9_Ele7TF99wzd/view

12. Олександр Зенюк. Впровадження інновацій в енергетику. Міжнародний круглий стіл «Перспективи впровадження інновацій в атомну енергетику» Київ 24 вересня 2021року, https://old.ukrns.org/images/activity/2021/2021_09_25/___240921-250921.pdf

13.Олександр Зенюк. Впровадження інновацій в енергетиці-Комплексний підхід. Міжнародна конференція NUCNEXT-2025.м.Київ 29 вересня 2025 року <https://drive.google.com/file/d/1CjYVFdersNthYrFTU0jmGe2gvZ2d9XL/view>

14.Олександр Зенюк. Методологія оцінювання повного життєвого циклу-інструмент стратегічного плагування енергетики. Круглий стіл «трансформація національної енергетичної системи.Виклики та підходи. Київ 20 листопада 2025 року. <https://ienergy.kyiv.ua/novyny/ogoloshenniya/400-transformatsiia-enerhetychnoi-systemy-vyklyky-ta-pidkhody.html>

15. Олександр Зенюк. 40 років катастрофи на Чорнобильській АЕС. Атомна енергетика України як складова ПЕК до та після війни
<https://cigre.org.ua/40-rokiv-katastrofi-na-chornobylskij-aes-atomna-energetyka-ukrayiny-yak-skladova-pek-do-ta-pislya-vijny-vicze-prezydent-ukrayinskogo-naczionalnogo-komitetu-sigre-oleksandr-zenyuk/>

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози**

1. При використанні літератури слід враховувати численні похибки та помилки особливо в таблицях, тому завжди при вирішенні практичних завдань необхідно незалежно перевіряти вхідні дані та результати розрахунків, особливо радіаційні характеристики продуктів ділення, та рівні радіації тому що багато інформації бралось із закордонних джерел де використовується не метрична система вимірювань.

2. Для оцінки радіаційних чинників дуже важливо розуміти одиниці вимірювання. Зокрема при прийнятті рішень по аварії на ЧАЕС це мало велике значення [Л.10, стор.518].

3. Головним чинником є індивідуальний підхід, який базується на самоосвіті що дозволяє найбільш ефективно врахувати індивідуальний рівень знань персоналу та визначити оптимальний темп навчання. На загальних колективних зайняттях обговорюються базові, суміжні, проблемні питання, які виникли при самоосвіті та виходячи із завдань поставлених керівництвом, новими нормативно-технічними документами та результати робіт виконаних працівниками.

4. В основу оцінок загроз та порівняння при ядерних подіях покладена відповідно із **Довідником «Радіаційні характеристики продуктів ділення». Атомиздат 1974 [Л.17стор.6,176] наступне:**

- фундаментальне значення виділення енергії на 1 Акт ділення Урану, Торію або Плутонію, яке становить 200 МЕВ на 1 ділення ядра. Таким чином, 1 Вт потужності відповідає кількості ділень

$N \text{ діл.} = 1 \backslash 200 \text{ МЕВ} \backslash \text{ділення} \times 1,6 \cdot 10^{(-13)} \text{ Вт сек МЕВ} = 3,1 \times 10^{(10)} \text{ діл} \backslash \text{сек Вт};$

Враховуючи що 1 г ТНТ містить $4,18 \times 10^{(10)}$ ерг (1000 ккал), а миттєво віділляється 90% енергії то потужності 1кг ТНТ відповідає

$N \text{ діл.} = 4,18 \times 10^{(10)} \text{ ерг/г} \times 10^{(9)} \text{ г(Кт)} / 0,9 \times 3,2 \times 10^{(4)} \text{ ерг/ділення} = 1,45 \times 10^{(23)} \text{ ділень} \backslash \text{Кт.}$

Це відповідає 60 г Урану, або Плутонію. Ядерні заряди можуть бути із Плутонію, Урану. В термоядерних ініціатором можуть бути нейтронні джерела (ізотопі важкої води), основна енергія вивільняється із Урану²³⁸.

для тактичного ядерного заряду потужністю 10 Кт необхідно ділення 600 г Урану або Плутонію.

в ядерному реакторі потужністю 3200 МВт (80 тон ядерного палива збагаченням 4.4% для ВВЕР-1000, або 180 тон збагаченням 2,4% для РВПК-1000) стаціонарна активність складає $14.976 \times 10^{(9)}$ Кюрі, а через 12 годин $4 \times 10^{(9)}$ Кюрі

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

-загальна активність продуктів ділення тактичного ядерного заряду потужністю 1 Кт становить $1,73 \times 10^{11}$, а через 12 годин $2,78(7)$. Таким чином, при зрівняній загальній радіоактивності ядерного палива реактора ВВЕР-1000 та ядерного заряду потужністю 1 Кт загальна активність продуктів ділення ядерного вибуху в перші години зменшується на 3 порядки швидше ніж від ядерного палива, а активність по Йоду через 12 годин на 4 порядки менша ніж після зупинки ядерного реактора [Л.7, 17].

5. Слід зазначити, що розрахунки з використанням комп'ютерних моделей показують, що при аварії пов'язаній із знеструмленням та руйнацією захисної оболонки викиди Йоду 131 в 6600 разів та Цезію в 1390 разів більші ніж при вибуху ядерного заряду потужністю 10 Кт. Йодне питання вкрай чутливе і потребує окремого розгляду.

6. Розрахунок рівнів активності та радіації від відпрацьованого ядерного палива

6.1 Зв'язок між потужністю експозиційної дози випромінювання P у (мр\год) та гамма-еквівалентом точкового джерела $-M$ викладеного в міліграм-еквівалентах Радію на відстані R см може бути записана наступною формулою:

$$P = M \times 8,25 \times 10^{(3)} R^2 \text{ (мр\год) [Л.2, стор.88].}$$

Враховуючи, що потужність ядерного реактора ВВЕР-1000 та РБМК-1000 дорівнює по 3.2×10^6 кВт питомі гамма еквіваленти продуктів розділу Урану 235 у г-екв Радію/кВт при роботі реактора в стаціонарному режимі складають при компанії 3 роки відповідно із літературою [Л.17. стор.58] - $1,45(3)$ у момент аварії, а через 5 суток зменшиться на порядок до $1,83(2)$ г-екв-Радія на кВт що буде відповідати рівню радіації на відстані 200 метрів від точкового джерела з урахуванням поглинання в повітрі та фактору накопичення до 9300 Р\год та 1170 Р\год. Реальні рівні радіації заміряні з гвинтокрила у цей період становили $800-2500$ Р\год. Рівні радіації від фрагментів касет відпрацьованого ядерного палива РВПК-1000 через 3 місяці після аварії складуть на відстані 10 метрів 280 Рентген на годину що співставно із значеннями [Л.11 стор.14].

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

6.2. Для оцінки рівнів радіації від касет з відпрацьованим ядерним паливом можна врахувати, що в 1 касеті ВВЕР-1000 500 кг Урану, або те що в реакторі 161 касета. Таким чином рівні радіації від касети ВВЕР-1000 яка від працювала в реакторі 3 роки і вивантажена рік та 10 років тому складуть на відстані 10 метрів 700 та 180 Рентген на годину. Звичайно можна провести оцінки для різних варіантів, але зрозуміло що поводження з відпрацьованим ядерним паливом на АЕС та при його транспортуванні до Центрального сховища відпрацьованого палива як для регламентних так і аварійних робіт можливо тільки дистанційними засобами. Звичайно, що розрахунки слід проводити з використанням програмних комплексів MCNP та SERPENT

7. Нажаль, ситуація на Запорізькій АЕС і зараз залишається вкрай напруженою в результаті триваючої військової агресії РФ з фізичним контролем агресором навіть безпосередньо ядерних установок та відсутності адекватному реальній загрозі реагуванню світової спільноти, у тому числі шляхом припинення його ядерного бізнесу. У воєнний період, особливо коли потенційно-небезпечний об'єкт знаходиться без фізичного захисту та контролюється терористом необхідно враховувати реальну можливість руйнування всіх бар'єрів безпеки і миттєвого «без течії до руйнування» вивільнення повної енергії яка знаходиться в об'єкті. Прогнозування наслідків такої аварії в результаті технологічної або з використанням вибухових пристроїв диверсії повинно базуватись на можливості провокування реактивної аварії та миттєвого «руйнування без течії» навіть корпусу реактора. При ліквідації наслідків такої аварії безумовно треба не тільки дотримуватись діючих норм та правил але і оперативно використовувати принцип оптимізації, для отримання мінімально-можливого впливу на економіку, навколишнє природне середовище та здоров'я населення.

В умовах військової агресії РФ енергосистема Україна знаходиться під постійною ракетною загрозою, що призводить до аварійних відключень навіть атомних енергоблоків від мережі та спрацювання їх ресурсу і створює проблеми по продовженню їх терміну експлуатації.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

8. Характерною особливістю ядерних реакторів є 3 фактора, які можуть на порядки збільшити небезпеку навіть після аварії:
- остаточні тепловиділення, які можуть призвести до розгерметизації ТВЕЛ, плавлення ядерного палива та повного виходу РБГ в навколишнє середовище (АЕС Фукусіма);
 - йодна яма, коли реактор може вдруге вийти в критичний стан навіть з вибухом та роботі у пульсуючому режимі до повного спрацювання запасів реактивності, або механічного руйнування критичних систем, як це було на Чорнобильській АЕС, коли за цей час не був доставлений бор і радіаційні наслідки від повторного виходу в критику, руйнування та возгорання залишившихся критичних систем реактора збільшили радіаційні викиди за оцінками [Л.11, стор.66-74] в 20 разів .
 - виділення енергії у разі реактивнісної аварії для реактора РВПК в еквіваленті 30 тон тринітротолуолу, [Л.11, стор.66]. а в реакторах ВВЕР-1000 до 100 тон тринітротолуолу що може призвести до механічного руйнування реактора:

8.1. Потенційна енергія, яка може виділитися при аварії на реакторі PWR та може стати пусковим гачком радіаційної аварії, відповідно із проектними оцінками для реактора Янки США, потужністю 465 МВт [Л.13 стор.228] складає:

- теплоносій 1 контуру 10(8) кДж (100 тон ТНТ);
- енергія нейтронного сплеску, хімічна реакція оболонки твелів, остаточні тепловиділення за 1 добу після аварії по 10(7) кДж(10 тон ТНТ).

Оцінки наведені нижче, відповідно із методиками та вихідними даними наведеними [Л.13-28] показують, що для реактора ВВЕР-1000 ефекти аналогічні

8.2. Потенційна енергія, яка може виділитися при аварії на реакторі ВВЕР- 1000, за аналогією із проектними оцінками для реактора Янки США, оцінена за методикою [Л.14 стор.206-213] складе:

- теплоносій 1 контуру 3,46 (8) кДж =346(9)Дж=83 тон ТНТ(Енергія для 372000 кг води 1 контуру з ентальпією при 300С та тиском 160 кг/см² рівною 1337 кДж/кг та при охолодженні при витіканні до 100С -417 кДж/кг);

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

- вода у парогенераторах $4,05(8) \text{ кДж} = 96 \text{ тон ТНТ}$ (Енергія для 508000 кг води в парогенераторах з енетальпією при 60 ат та 275C рівною 1213 кДж/кг та при охолодженні при витіканні до 100C -417 кДж/кг);
- енергія нейтронного сплеску $0,9(7) \text{ кДж} = 9(9) \text{ Дж} = 9 \text{ тон ТНТ}$. (Енергія за формулою 4.2.4 [Л.14, стор.207] для ефективності СУЗ групи із 12 кластерів $0,0136$ [Л13, стор.244], питомій теплоємності активною зони із UO_2 рівною $0,25 \text{ кДж/кг. Град}$ [Л.23, стор.229], значенні Бета для Урану $0,0064$; коефіцієнту реактивності по температурі ядерного палива $-3(-5) \text{ Град}(-1)$ [Л.13, стор.245]). Крім того, відповідно із [Л. 14 стор.212 п.4.2.3] потужність реактора збільшиться у 300 разів, а температура палива на 700C .

Режим «холодний зупин»,

Потужність остаточного тепловиділення ВВЕР-1000 в режимі тривалої зупинки (після 1 тижня) становить $1,3 \text{ МВт}$ а в першу неділю $5-8 \text{ МВт}$ ця енергія може стати стартовою у випадку реактивністних аварій. Концентрація борної кислоти складає 12 грам на літр, тобто підкритичність забезпечується при відриві кришки реактора. Критичним є створення в активній зоні лінзи подачею неборованої води

Режим «гарячий зупин», робота на потужності

У випадку відриву кришки реактора із активної зони вилучаються і кластери управління і захисту, тому вони заглушити реактор не в змозі.

8.3. У разі відсутності необхідного фізичного захисту і можливості несанкціонованого втручання у технологічний процес, або у приміщення, існують 2 шляхи катастрофічного виділення енергії теплоносія I контуру:

- вилучення 1 групи СУЗ із критичного стану з виділенням енергії в обсязі до 9 тон ТНТ достатньої для відриву кришки реактора [Л 14, стор.206-213];
- руйнування шпильок кришки реактора вибуховим пристроєм [Л 15, стор.12].

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

8.4. У разі швидкого виділення енергії, яка міститься у теплоносії 1 контурі можливі 2 сценарії:

- режим «холодний зупин», енергії достатньо для пошкодження реактора, але не достатньо для руйнування захисної оболонки і радіаційна аварія локалізується в захисній оболонці;
- режим «гарячий зупин», енергії достатньо для руйнації корпусу реактора та захисної оболонки, відбувається радіаційне забруднення навколишнього природного середовища.

Підтвердженням можливості цих сценаріїв стала диверсія на АЕС «Кебер» у Південно-Африканській республіці[Л.15 стор.12], де 17 грудня 1982 року були встановлені та підірвані на кришках реакторів обох енергоблоків по 4 магнітних міни і тільки через те що реактори не були завантажені ядерним паливом і не знаходились на потужності радіаційної катастрофи не сталося.

При виконанні обґрунтувань можливості пуску головних уніфікованих енергоблоків АЕС в умовах недостатньої щільності захисних оболонок та проведенні навчань сил цивільного захисту колишнього СРСР у 1983 році у разі воєнної загрози для АЕС і обґрунтувань рішень Урядової комісії з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у 1986 році були виконані оцінки, які показали умови доцільності змін та встановлення нових рівнів радіаційного ураження для втручання при радіаційних аваріях, доцільності при загрозі військової агресії з можливим використанням ядерної зброї переведення реакторних установок у стан «холодний зупин», що розрахунково забезпечує у разі ядерних аварій зниження радіаційних викидів на 2-3 порядки і виключення тривалої евакуації та йодної профілактики.

8.5. При механічному пошкодженні каністр для зберігання відпрацьованого ядерного палива для виключення паро цирконієвої реакції необхідно забезпечити надійне охолодження відпрацьованого ядерного палива з використанням наноридин які забезпечують на порядок більший коефіцієнт теплопередачі, ізоляцію від води та повітря. Нанорідини також можуть бути використані при організації зовнішнього та внутрішнього охолодження корпусу ядерного реактора для виключення його проплавлення розплавленими паливновміщуючими масами, зокрема з використанням результатів досліджень в Китаї, Франції та України

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Базові знання, які необхідні для прийняття оперативних рішень при аварійному реагуванні на атомні загрози (продовження)**

8.6. Оцінка інтенсивності випромінювання в районі радіаційного забруднення для реакторів з паровим вибухом та подальшим плавленням активної зони зроблені на базі досліджень, які були проведені в США та Німеччині при аварії ядерного реактора з розплавленням активної зони та наступним паровим вибухом з переведенням ядерного палива в аерозольну та дрібно-дисперсну форму 1% активності яка зосереджена в активній зоні. [Л.7,8,9] Більше 90% цієї активності з урахуванням стандартних погодних умов буде зосереджена в 30 км зоні з рівнем забруднення на її границі 10 мр/год на 1 сутки, 5 мр/год на 5 сутки, 1 мр/год на 180 сутки та 0.1 мр/год через 5 років. Якщо врахувати що на 1 сутки після аварії енергія гамма випромінювання стабілізуються на рівні 0,5-0,6 МЕВ та прийняти рівень інтенсивності гамма-випромінювання на висоті 1 метр за одиницю на висоті 10 метрів він знизиться в 2 рази, 100 метрів в 4 рази, 200 в 12, 500 метрів-100, 1000 метрів 200 разів [Л.3.стор.194-195].

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Література**

1. Романов В.П. Дозиметрист АЕС, Энергоатомиздат, 1986.
2. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений, Атомиздат, 1976.
3. Атомное оружие и противоатомная защита, Военное издательство, 1958. (стор.194-195).
- 4.Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся действию ионизирующего излучения, Энергоиздат.1985.
- 5.Носовський А.В..Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання, Київ.Феникс,2020.
- 6.Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности,Атомиздат, 1976.
7. Романенко О.Розрахунок наслідків використання ядерної зброї з допомогою JORODOC, Рівненська АЕС,2024.
8. Програмний комплекс розрахунку радіаційних наслідків ядерних інцидентів. Ліверморська лабораторія США, <https://narc.llnl.gov/HotSpot/HotSpot.html>
9. Г.Кесслер. Ядерная энергетика, Энергоатомиздат, 1986.
10. Н.В. Карпан. Чернобыль. Месть мирного атома, Баланс Клуб,2006.(стор.492,518).
- 11.Н.В. Карпан. От Чернобыля до Фукусимы, Подгорнов,2013(стор14,66.210-211).
12. Сайт ДСП Чорнобильська АЕС. <https://chnpp.gov.ua/ua/infotsentr/literatura>
13. Ф.Я. Овчинников та ін. Эксплуатационные режимы водо-водяных энергетических ядерных реакторов, Атомиздат,1977.(стор.228,229,238-245).
14. В.И. Владимиров. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов, Энергоиздат, 1986 (стор.34,206,207,212,213).
15. В.І. Гаврилук та ін.Державна система обліку та контролю ядерних матеріалів. Система обліку та контролю ядерних матеріалів на установах, НЦДК ІЯД НАН України,2022(стор.12).
16. В.А. Сидоренко. Вопросы безопасной работы реакторов ВВЕР, Атомиздат,1977. (стор.63,64,72,183-187,201).
17. Радиационные характеристики продуктов деления. Атомиздат,1974.(стор.7,176).
18. Постанова Головного державного санітарного лікаря України «Про введення вдію гігієнічних нормативів » Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» від 01.12.97 №62.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна**Література (продовження)**

19. Д.Хетрік, Динаміка ядерних реакторів,Атоміздат,1975,(стор.15).
20. Наставление по защите войск от оружия массового поражения,Воениздат 1964,(стор.14 п.22).
21. Временные нормы радиационной безопасности для космических полетов. ВНРБ-75,Минздрав,1975.
22. Действие ядерного оружия. Военное издательство,1962.
23. Р.Е Кржижановский, З.Ю. Штерн, Теплофизические свойства неметаллических материалов, Л.»Энергия,1973 (стор.229).
24. «Методика ідентифікації небезпек, оцінювання та управління ризиків для життя та здоров'я працівників ДП НАЕК «Енергоатом» МТ-Д.06.26.660-22.
25. «Примірна методика визначення вартості життєвого циклу» затверджена наказом Мінекономіки від 28 вересня 2020 року №1858.
26. С.В. Широков. Ядерні енергетичні реактори, НТУ, «КПІ»,1977(стор.76,82,137,148).
27. Андрианова Т.Н. и др. Сборник задач по технической термодинамике. М., Энергоиздат ,1981 (стор.204).
- 28.Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче М.» Энергия»,1975 (стор.259-260).
30. В.Ф. Складов «Завтра був Чорнобиль+»-К.:ННЦ»ИАЕ»,2011.
31. «Ретроспективна дозиметрія учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС» (С.В. Іллічов,О.А.Кочетков,В.П. Крючков та ін.; за ред. Канд.фіз.-мат.-наук А.В. Носовського_К.Є. Седа-Стіль»,1996.
32. «Атомное оружие и противоатомная защита» под редакцией Б.А. Олисова.Военное издательство,Москва,1958.
- 33.В.О. Сушко, Л.І.Швайко, К.Д. Бази́ка, О.В. Апостолова,О.О.Колосинська.
Ураження бронхолегеневої системи внаслідок впливу іонізуючого випромінювання та інгаляційного надходження радіонуклідів в умовах Чорнобильської катастрофи (узагальнення досвіду 35 років досліджень) Проблеми радіаційної медицини та радіобіології,2021,вип 26.
- 34.Сушко В.О. Патологоморфоз хронічних обструктивних захворювань легень в учасників ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук, Київ ,2003 (стор.20-41).
- 35.Действие облучения на графит ядерных реакторов.М.,Атомиздат.1978.
- 36.Широков С.В. Нестационарные процессы в ядерных реакторах:Навч.посібник.-К.2002.
- 37.Двадцать пять лет Чернобыльской катастрофы. Безопасность будущего. Национальный доклад Украины-К.:КИМ,2011.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна Додаток 4.3.

Література (продовження)

38. Последствия ядерной войны: Физические и атмосферные эффекты, часть 1: Пер.с англ.. - М.:Мир, 1988(Приложение 7А.Выбросы радиоактивных веществ при разрушении ядерных реакторов.стр.334-342)
39. Последствия ядерной войны: Воздействие на экологию и сельское хозяйство, часть П: Пер.с англ.. - М.:Мир, 1988(Глава 6 .Опыт и уроки Хиросимы, Нагасаки и других крупных катастроф.стр466-512).
40. Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию ядерной энергии, Женева, 1955 «Экспериментальные реакторы и физика реакторов», Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва 1955.(ВГТР стор.366-416, ВВЕР Стор.417-466).
41. Імовірнісний аналіз безпеки атомних станцій (ІАБ), Навч.посібник/В.В.Бегун, О.В.Горбунов, І.М. Каденко та ін. - К.2000.
42. Аналіз теплових схем атомних електростанцій. Гохштейн Д.П., Верхивкер Г.П, Киев, Издательское объединение «Вища школа».
43. Мельников Н.П. Конструкционные формы и методы расчета ядерных реакторов. М. Энергоиздат, 1985.
44. У.Р.Харпер Основные принципы реакторов деления, М. Госатомиздат, 1963(стор14,21,36).
45. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. -М.: Энергоиздат, 1980.
46. Широков С.В. Ядерные энергетические реакторы: Навч. посібник. -НТУУ»КПІ», 1997(стор.251-264).
47. Широков С.В. Физика ядерных реакторов: Навч. посібник. -К.: Виш.шк., 1993(стор.278).
48. Саркисов А.А., Пучков В.Н. Судовые реакторы и парогенераторы. Часть 1 Физика ядерных реакторов. Москва, Военное издательство, 1985 (стор.129).
49. А.И.Пехович и В.М. Жидких Расчеты теплового режима твердых тел. Л., Энергия, 1976.
50. Климов А.И. Ядерная физика и ядерные реакторы. -М; Энергоатомиздат, 1985.
51. Г.Фридлендер, Дж.Кеннеди, Дж. Миллер Ядерная химия и радиохимия, изд. Мир, Москва, 1967.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Додаток 5

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)

Ведучий. Зараз атомна енергетика України працює в режимі повномасштабної військової агресії РФ, але крім забезпечення надійної та безпечної експлуатації діючих енергоблоків АЕС займається і перспективними питаннями будівництва нових атомних генеруючих потужностей включаючи малі модульні реактори.

Імпульсом для зустрічі стала доповідь Зенюка О.Ю. “Енергетика України – інструменти її відновлення та розвитку“, на У Міжнародній конференції Українського ядерного товариства, яка відбулася в залі засідань Президії НАН України 28-29 вересня 2023 року .

З доповіддю можна ознайомитись на електронному ресурсі <https://ukrns.org/diyalnist/2023/u-kyyevi-vidbulasya-v-mizhnarodna-naukova-konferencziya-perspektyvy-vprovadzhennya-innovaczij-u-atomnu-energetyku>

З переліком публікацій Зенюка О.Ю по енергетичній тематиці можна ознайомитись на сайті Українського національного комітету СІГРЕ. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/?s=%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%8E%D0%BA>

та по іншим питанням на сайтах Українського ядерного товариства, НАН України та Держатомрегулювання.

Ведучий У нас професійна зустріч тобто ми будемо обговорювати тільки теми та події де кожен з учасників приймав участь, або виконував проекти, розрахунки. Тобто не ставиться мета працювати спічрайтерами і висловлювати офіційні позиції організацій або підприємств, не займатися роботою з громадкістю, а наводити аргументи за та проти, пропонувати найбільш оптимальні шляхи функціонування та розвитку атомної енергетики як складової ПЕК

Доповідач (довідково). *Наведу 2 факти на Ваше вступне слово.*

1) При підготовці Асамблеї донорів Чорнобильського фонду Укриття створювався інформаційний фільм. До речі остання версія створювалась в США під егідою Держдепа. Був складений інформаційний ряд з включаючи відеоряд і текст з фактичними матеріалами багато-разів перевіреними (в Держдепі була повнотекстова база даних де можна було знайти всю наявну в світі відео та текстову інформацію). Коли відеоряд та текст були сформовані була процедура об'єднання відеоряду і тексту включаючи вибір дикторів, адаптація тексту до різних мов. Хочу сказати для кожних із 6 офіційних мов обирався диктор, який був лідером громадської думки, текст на кожній мові відрізнявся перш за все емоційно.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Додаток 5

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

2) НАН України (пункт 1.1. Нової редакції Статуту від 2021 року), Українське ядерне товариство (пункт 1.1 останньої редакції Статуту від 2017 року) та Український національний комітет СІГРЕ (пункт 1.1. Статуту від 2017 року) – є професійними об'єднаннями. Тобто члени цих об'єднань мають мати власну науково обґрунтовану позицію підтверджену знаннями, розрахунками, а не позиціями лідерів Громадської думки та позицією засобів масової інформації. До речі всі експерти Українського національного комітету СІГРЕ входять до відповідних Технічних комітетів та робочих груп і Ви з їх практичною роботою можете ознайомитись на сайті Українського національного комітету СІГРЕ

Ведучий: що Ви, як автор доповіді на минулорічній конференції українського ядерного товариства бажаєте підкреслити.

Доповідач. Хоча з моменту підготовки доповіді пройшов майже рік основні положення її залишаються коректними. Енергетика фундаментальна галузь, життєвий цикл задіяних в ній ядерних технологій складає більше 100 років (проекування, будівництво, експлуатація, зняття з експлуатації). Базою для доповіді став досвід розроблення та узгодження Першочергових науково-технічних заходів з екологізації гідроенергетики, як складової ПЕК, які підписані останнім листом президента НАН України академіком Борисом Патеном та узгоджені Пр АТ «Укргідроенерго», ДП НАЕК «Енергоатом», Українським національним комітетом СІГРЕ, Інститутами НАН України та НАН медичних наук України. Узгодження Першочергових заходів тривало 3 роки вони пройшли Комітетські слухання у Верховній раді, узгоджені 5 відділеннями НАН України, 60 академіками, 22 інститутами НАН України та НАН медичних наук України. Враховуючи важливість питання Борис Євгенович вимагав узгодження Першочергових заходів всіма сторонами без зауважень - консолідовано. При узгодженнях з'ясувалось що:

- гідроенергетика та її інфраструктура є не тільки відновлювальним джерелом електроенергії і важливим фактором забезпечення стійкості енергосистеми України, а і критичним джерелом води належної якості для населення, промисловості, сільського господарства, важливим фактором стабілізації клімату, важливим елементом транспортного сполучення;

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Додаток 5

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

- найбільший вплив на здоров'я населення від промисловості, ПЕК та транспорту мають дрібнодисперсні частинки від спалювання вугілля, зносу доріг та шин і низька якість, або обмеження водних ресурсів;
- стан здоров'я населення визначається за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, розміщеними на її інформаційних ресурсах, не стільки рівнем дотримання норм та правил (які складені відповідно із оцінками ризику та наслідків на базі розвитку ПЕК, промисловості, транспорту, сільського господарства, ядерних бомбардувань Хіросіми, Нагасакі, наслідків Чорнобильської катастрофи та ін.), а забезпеченням належного рівня охорони здоров'я населення що можливо тільки маючи достатньо ресурсів, тобто рівнем витрат на охорону здоров'я і відповідно ВВП на душу населення.

У зв'язку з цим всі сторони прийшли до висновку, що для прийняття виважених рішень з розвитку ПЕК треба враховувати всі витрати, зиски та переваги протягом життєвого циклу використання об'єктів, технологій енергетики, враховуючи витрати на ремонт, технічне обслуговування та зняття з експлуатації, вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я населення, мультиплікативні ефекти на інші галузі економіки та ВВП включаючи ефект від розвитку власних наукових шкіл та локалізацію виробництва. Такі принципи діють в Європейських країнах відповідно до Директив ЄС. Як нормативно-правовий результат розроблення та узгодження Першочергових науково-технічних заходів, узагальнених у Проблемній записці до них стало:

-імплементация відповідних директив ЄС в Україні Законом України «Про публічні закупівлі» та затвердження Мінекономікою наказом від 28.09.2020 року №1894 «Примірної методики врахування вартості життєвого циклу».

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

- Нової редакції ПТЕ
- Нових загальних положень забезпечення безпеки атомних станцій.

Доповідач Довідково

Такі рішення звичайно базувались на конкретних фактах, зокрема:

- рівні навіть радіаційного забруднення навколо теплових станцій на порядок більші ніж від атомних станцій;*
- викиди дрібнодисперсних частинок від спалювання вуглеводородів наносять шкідливий вплив на здоров'я населення України станом на 2005 рік на рівні 8 млрд доларів щорічно;*
- вплив на навколишнє природне середовище та здоров'я населення від низької якості питної води співставний з впливом дрібнодисперсних частинок, її якість можна значно підвищити впровадженням високоенергетичного впливу який використовується при безреагентному вилучення хімічних та шкідливих у тому числі радіоактивних елементів ;*
- викиди від роботи теплових електростанцій у перехідних режимах на порядок більші ніж при роботі на постійному рівні потужності їх можна знизити на порядок шляхом спільного спалювання вугілля та біомаси(Централізоване теплопостачання Парижа. Лондона, здійснюється з використанням біомаси)*
- створення постійно-діючих систем стратегічного планування з використання загально визнаних в світі комп'ютерних програм та методика дозволяє знаходити оптимальні стратегії розвитку ПЕК (стійкість, економічність), які можуть бути в 2-3 рази більш ефективними ніж базові, та оптимізувати поточну діяльність з підвищенням ефективності до 20%. Для наповнення комп'ютерних моделей галузей ПЕК, як складових економіки необхідно декілька мільйонів вхідних аналітичних та статистичних параметрів. За умови відсутності часу для отримання таких параметрів можна скористатися навіть вітчизняними паралельними гібридними комп'ютерами Інституту кібернетики ім.В.М. Глушкова з елементами штучного інтелекту, які використовувались при розробленні та випробуваннях ядерної зброї.*

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

- в Польщі забруднення навколишнього природного середовища вище ніж в Україні, а рішення про відмову від ТЕС на вугіллі не приймається. Рівень захворюваності нижче ніж в Україні через те що витрати на охорону здоров'я вищі ніж в Україні .

- В Китаї значну частину ВВП дають технології пов'язані із сонячною енергетикою. В Німеччині воднева енергетика повинна зайняти аналогічне місце.

Ведучий. Як може бути використана наведена Вами вище інформація та підходи при реалізації проекту будівництва нових енергоблоків АЕС

Дані підходи практично використовувались як додаткова інформація (Україна не країна ЄС тому директиви ЄС носять рекомендаційний характер) при оцінках ефективності програм розвитку галузей ПЕК, в тому числі ЯПЦ. З оцінками соціально-економічних мультиплікативних ефектів деяких великих інвестиційних проектів в Україні можна ознайомитись, зокрема в матеріалах Інституту економіки та прогнозування НАН України. Останнім часом виконані оцінки впливу розвитку гідроенергетики на будівельну інфраструктуру України. Електронний ресурс <https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/economyukr/article/view/2023-05-2>.

Сучасні екологічні вимоги до функціонування об'єктів ПЕК відображені у Новій редакції ПТЕ. Електронний ресурс https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86234 та https://cigre.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/4_%D0%97%D0%B5%D0%BD%D1%8E%D0%BA_%D0%9F%D0%A2%D0%95_092021.pdf

Вимоги до будівництва та експлуатації ядерних енергоблоків конкретизовані у нових Загальних положеннях безпеки атомних станцій Електронний ресурс <https://ips.ligazakon.net/document/MN028305?an=2>

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Оскільки НАЕК Енергоатом став акціонерним товариством і її головною метою відповідно до Статуту відзначено отримання прибутку краща світова практика та європейські підходи безумовно стануть основними принципами роботи Компанії. Зокрема, питання будівництва нових енергоблоків АЕС має вирішуватись за наступним стандартним алгоритмом, зокрема:

ЕТАП 1. загальні питання

-довгострокова економічна стратегія України та створення постійно-діючої системи стратегічного планування з використанням загальноновизнаних в світі комп'ютерних програм та методик;

-наявні енергетичні ресурси включаючи баланс імпорт-експорт (електроенергія, газ, вітер вода, атомна, тепла);

-розміщення, тип та потужність нових генеруючих потужностей виходячи із необхідності створення ефективної розподіленої генерації;

Етап2. Конкретні проекти будівництва енергоблоків АЕС

- оцінка технічної можливості реалізації проекту особливо з урахуванням того що ядерна енергетика відноситься до критичних технологій (Загальні положення безпеки атомних станцій)

-оцінка мінімум 3 альтернативних проектів з урахуванням всіх витрат та мультиплікативних ефектів за весь період життєвого циклу атомних енергоблоків, обчислених використанням загальноновизнаних а світі комп'ютерних програм та методик включаючи їх впливу на навколишнє природне середовище, локалізації виробництва, можливих ризиків, впливу на інші галузі економіки та ВВП. (при узгодженні Першочергових заходів відмічалось що мультиплікативні ефекти від розвитку атомної енергетики(включаючи ЯПЦ та локалізацію) вимірюється двозначними цифрами. Мультиплікативні ефекти від розвитку сонячної .вітрової та водневої енергетики має мультиплікативні ефекти для інших країн.

Ведучий: Поінформуйте де можна ознайомитись із зазначеними матеріалами більш докладно

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Доповідач: *Матеріали обговорень та приклади наведені, зокрема, у*

- матеріалах лекцій і практичних робіт з навчальної дисципліни «Регулювання енергетики» в Інституті бізнес-освіти магістерської програми «Бізнес-адміністрування у сфері енергетики» прочитаних експертами Українського національного комітету СІГРЕ у Національному економічному університеті ім. Вадима Гетьмана для фахівців Міністерства енергетики України, ПрАТ «Укргідроенерго», КП «Київтеплоенерго», ДТЕК та ін.

Зокрема Мультиплікативні ефекти від розвитку атомної енергетики, від впровадження систем стратегічного планування, від розвитку водневих технологій, сонячної енергетики, водневих технологій. Деякі з цих матеріалів розміщені на Електронному ресурсі Українського національного комітету СІГРЕ

<https://cigre.org.ua/%d1%81%d0%bf%d1%96%d0%b2%d1%80%be%d0%b1%d1%96%d1%82%bd%d0%b8%d1%86%d1%82%d0%b2%be-%d0%b4%d0%b5%d1%80%b6%b0%b2%bd%d0%be%d0%b3%be-%d0%b2%b8%d1%89%be%d0%b3%be-%d0%bd>

статті «Енергетика України інструменти її відновлення та розвитку.

<https://cigre.org.ua/%d1%81%d1%82%b0%d1%82%d1%82%d1%8f-%d0%b2%d1%96%d1%86%b5%bf%d1%80%b5%b7%b8%b4%b5%bd%d1%82%b0-%d1%83%ba%d1%80%b0%d1%97%bd%d1%81%d1%8c%ba%be%d0%b3%be-2/>

та матеріалах її обговорень. Електронний ресурс

<https://cigre.org.ua/%d0%b7%b2%be%d1%80%be%d1%82%bd%d1%96%b9-%d0%b7%b2%d1%8f%b7%be%d0%ba-%d0%b4%be-%d1%81%d1%82%b0%d1%82%d1%82%d1%96-%d0%b2%d1%96%d1%86%b5%bf%d1%80%b5%b7/>

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О.Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

Доповідач: *Матеріали обговорень та приклади наведені, зокрема, у (продовження)*

Статті Роберта Гейтца у журналі Foreign Affairs від 29 вересня 2023 року, (з визначенням мультиплікативних ефектів на економіку США її зовнішньої політики), яка стала основою роботи адміністрації Президента США з Конгресом США щодо надання допомоги Україні. https://www.foreignaffairs.com/united-states/robert-gates-america-china-russia-dysfunctional-superpower?check_logged_in=1&utm_medium=promo_email&utm_source=lo_flows&utm_campaign=registered_user_welcome&utm_term=email_1&utm_content=20231102

Хочу підкреслити, що кожен бажаючий взмозі використовуючи надані в лекціях методичні підходи та посилання на відкриті бази даних самостійно зробити оцінки та порівняння різних варіантів стратегій розвитку економік та енергетики з урахуванням вибраних наявних та перспективних технологій або їх міксу.

Ведучий. **Розкажіть будь ласка про роботу Українського національного комітету СІГРЕ, сучасний стан енергетики України**

Доповідач. Слід зазначити, що задане Вами питання інтегральне і відповіді на нього дані на сайті СІГРЕ та в матеріалах VIII МІЖНАРОДНОГО КОНГРЕСУ ІНЖЕНЕРІВ-ЕНЕРГЕТИКІВ «Інноваційний шлях відновлення енергетики України», який був проведений 17 жовтня 2023 року в Києві Міжнародною радою з великих електроенергетичних систем СІГРЕ в Україні та Міжнародним виставковим центром за партнерством ENERGY CLUB та підтримкою НТСЕУ. З матеріалами виступів та рішенням Ви можете ознайомитись на Сайті українського національного комітету СІГРЕ. <https://cigre.org.ua/vii%D1%96-%D0%BC%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B3%D1%80%D0%B5%D1%81-%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2-%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80/>

Я дам Вам лише деякі коментарі по заданим Вами напрямкам

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Розкажіть будь ласка про Міжнародну раду з великих електроенергетичних систем «СІГРЕ». Інформація на Сайті <https://www.cigre.org/GB/about/introducing-cigre/>

Довідково

Заснована в 1921 році в Парижі, Франція (тобто з моменту створення плану ГОЄЛРО), СІГРЕ є глобальною спільнотою, яка прагне до спільного розвитку та обміну досвідом у сфері енергетичних систем. Спільнота налічує тисячі професіоналів з більш ніж 90 країн і 1250 організацій-членів, включаючи деяких провідних світових експертів. В її основі лежать 61 національний комітет СІГРЕ в країні, які пропонують різноманітні технічні перспективи та досвід з усіх куточків земної кулі.

СІГРЕ керує провідною у світі програмою знань, що охоплює 16 сфер роботи, що охоплюють усі основні сфери енергетичної системи. У цих сферах 250+ робочих груп спираються на практичний досвід для вирішення існуючих і майбутніх проблем, що стоять перед енергосистемою.

Освітня програма СІГРЕ включає широкий спектр місцевих та міжнародних заходів, кульмінацією яких кожен два роки є Паризька сесія у Франції – унікальний конгрес ідейного лідерства та захід номер один у глобальній енергетичній системі.

За останні 100 років робота СІГРЕ зробила свій внесок у створення багатьох ключових технічних наріжних каменів сучасної енергосистеми. Відомі публікації СІГРЕ, розроблені шляхом спільного обміну «реальним світовим досвідом», у багатьох випадках є авторитетним джерелом довідкової інформації.

СІГРЕ є провідним джерелом технічної довідкової інформації про енергосистему та домівкою для найповнішої у світі колекції технічних публікацій та довідкової інформації.

Інформаційні матеріали до виступу Зенюка О.Ю. віце-президента СІГРЕ-Україна

Додаток 5

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

Розкажіть будь ласка про Міжнародну раду з великих електроенергетичних систем «СІГРЕ». Інформація на Сайті <https://www.cigre.org/GB/about/introducing-cigre/> (продовження)

Тисячі публікацій СІГРЕ зробили свій внесок у розробку рішень та найкращих практик, які використовуються сьогодні у всьому світі. Довідкові ресурси СІГРЕ вирізняються своєю неупередженою, суворою, реальною технічною орієнтацією та досконалістю.

Основні технічні публікації СІГРЕ включають:

[Технічні брошури](#) охоплюють повний спектр енергосистеми та є фактично надійними, кожна з яких проходить ретельний процес експертної оцінки.

[«Зелені книги»](#) є флагманськими довідковими виданнями СІГРЕ.

[Матеріали та матеріали заходу](#)

[Довідкові статті](#)

Цифрові журнали [регулярної частоти ELECTRA](#) та [СІГРЕ Science and Engineering](#)

[Вебінари](#)

[Підручники](#)

[Доповіді колоквиумів](#)

Короткий огляд

На основі практичного досвіду та проаналізованих даних

14000 технічних довідкових документів та публікацій

1000 завантажень щомісяця

Щороку додається 100 технічних публікацій

Електронний ресурс <https://www.cigre.org/GB/publications/introducing-the-authoritative-source>

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

Розкажіть будь ласка про Міжнародну раду з великих електроенергетичних систем «СІГРЕ». Інформація на Сайті <https://www.cigre.org/GB/about/introducing-cigre/> (продовження)

2.Ведучий. А чим конкретно займається Український національний комітет «СІГРЕ»?

Доповідач. Інформація є на сайті Українського національного комітету СІГРЕ. Це перш за все робота Технічних комітетів, проведення Конференцій, у тому числі міжнародних. Український національний комітет СІГРЕ працює через Технічні комітети. До складу яких входять всі індивідуальні експерти та колективні члени.

Електронний ресурс/ <https://cigre.org.ua/technical-domains/%d1%81%d0%ba%d0%bb%d0%b0%d0%b4-%d1%82%d0%b5%d1%85%d0%bd%d1%96%d1%87%d0%bd%d0%be%d0%b3%d0%be-%d0%ba%d0%be%d0%bc%d1%96%d1%82%d0%b5%d1%82%d1%83-%d1%83%d0%bd%d0%ba/>

Між загальними зборами управління поточною діяльністю Українського національного комітету СІГРЕ здійснює Президія. Електронний ресурс <https://cigre.org.ua/minutes-of-meetings/>

3. Ведучий. На Вашу думку наскільки українська електро система була виснажена після початків обстрілів російськими окупантами з листопада 2022 року?

Доповідач

Можна надати лише стислі коментарі:

Пункт 3. Українська енергосистема створювалась з урахуванням забезпечення її стійкості навіть в умовах ядерної війни з забезпеченням необхідного резервування та надійності. Розрахунки робились з використанням найпотужніших комп'ютерів, у тому числі з елементами штучного інтелекту таких самих що використовувались для моделювання випробувань ядерної зброї (4 години роботи замінюють 1 натурне ядерне випробування). Цікаво що дружина академіка Глушко Віктора Михайловича - директора Інституту кібернетики НАН України була керівником енергетичного об'єднання. Розгорнута інформація з цього приводу міститься на сайті Інституту кібернетики у зв'язку із 100 річчям з дня народження академіка Глушко Віктора Михайловича засновника цього інституту. Зараз звичайно конфігурація енергосистеми України змінилась, стало працювати багато відновлювальних нерегульованих джерел енергії: сонячних, вітрових. Впровадження відновлювальних нерегульованих джерел енергії суттєво впливає на енергосистему для забезпечення її стійкості, надійності та економічності її треба модернізувати включаючи системну автоматизацію, накопичувачі енергії, а в умовах війни ще і створення локальних автономних енергетичних островів.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

4.Ведучий. А як швидко можливо відновити дану систему?

Доповідач. По перше систему треба не відновлювати, а створювати нову з урахуванням нових викликів і нових технологій. Звичайно необхідно розробити проект, визначитись з обладнанням принципами. Рішення повинно бути оптимальним такі оцінки робляться з використанням систем стратегічного планування економіки з використанням загальновизнаних в світі комп'ютерних програм і методик. Є вимоги до якості енергопостачання це такі показники як SAIDI,SAIFI.

5. Ведучий Ми знаємо що багато ліній електропередачі, трансформаторів, підстанцій працюють понадпроектний термін, чи потрібне оновлення даної системи, звичайно не шляхом обстрілів, а взагалі? Як це впливає на якість передавання електроенергії?

Доповідач. через обмеження коштів деяке обладнання відпрацювало проектний термін експлуатації і здійснюється процедура продовження їх терміну експлуатації без заміни. Це стандартна процедура для економіки та енергетики мирного часу. Для військового часу треба перш за все забезпечити енергозабезпечення критичної інфраструктури (медицина, транспорт, водопостачання та водовідведення). Для військового часу, як і для використання ядерних та радіаційних технологій це принцип оптимізації: користь – шкода. До речі цей принцип зафіксований Держатомрегулювання у Принципах ведення ліцензійної діяльності на 2023 рік, він повторює основні принципи закладені у НРБУ які створені на досвіді використання ядерних технологій (Хіросіма, Нагасакі, військові навчання, Чорнобильська катастрофа).

6.Ведучий У Національній академії наук України є Відділення фізико-технічних проблем енергетики, зокрема у ньому є Інститут електродинаміки. Чи маєте Ви з ними та іншими установами НАН України співпрацю? Якщо так, то у яких напрямках?

Доповідач. Співробітництво тісне та багаторічне. Всі Інститути НАН України періодично звітують перед Президією НАН України про свою роботу. Були плани спільних робіт з Міненерго, зараз з ДП «НАЕК Енергоатом». На такі засідання зазвичай запрошують учасників таких робіт. Зараз можна якийсь напрямок не відмітити через обмаль часу, але з цього не впливає що він не важливий. Енергетика відноситься до критичних технологій (джерела енергії, система управління) і кожний елемент в умовах терористичних(навмисних дій) може стати, за відсутності ефективних пасивних та активних систем безпеки, пусковим гачком для системної аварії. До речі саме тому зараз активно створюються локальні автономні системи енергозабезпечення критичної інфраструктури.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Академік-секретар відділення академік Кириленко Олександр Васильович. До відділення входять 10 інститутів:

Інститут електродинаміки. Директор– академік Кириленко Олександр Васильович

Інститут виконує фундаментальні та прикладні наукові дослідження, пов'язані із перетворенням та стабілізацією параметрів електромагнітної енергії, електроенергетичними/ електротехнічними системами та комплексами, режимами електроенергетичних об'єктів та систем, керування ними, інформаційно-вимірювальними системами, системами моніторингу і метрологічним забезпеченням.

Важливими напрямками робіт Інституту, що стосуються сфери взаємодії із СІГРЕ є розвиток теорії моделювання та управління електроенергетичними об'єктами та системами, розробка моделей, методів та інструментів аналізу, оптимізації та управління режимами електричних мереж та ринків електроенергії, розвиток нормативної бази в сфері управління електроенергетичними системами.

Основні задачі на які спрямовані роботи Інституту в межах співпраці з СІГРЕ відносяться наступні:

Дослідження розвитку енергетичної системи України та електричних мереж різних класів напруги згідно концепції Smart Grid («розумних мереж»).

Формування складових технічної політики функціонування та розвитку «розумних мереж».

Впровадження сучасних європейських та міжнародних стартапів в сфері керування електроенергетичними системами та пов'язаним із ним інформаційний обмін.

Дослідження перспектив об'єднання ринку електричної енергії України з ринками країн Європи.

Формування вимог до побудови мікромереж (Micro Grid) для різних типів користувачів.

Дослідження перспектив та стратегій керування попитом (Demand Response)

Підвищення кваліфікації та навчання спеціалістів в сфері функціонування ринку електричної енергії.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Прогнозування відпуску електричної енергії виробниками з відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), аналіз нових форм стимулювання розвитку в Україні.

За зв'язки з Українським національним комітетом СІГРЕ відповідає заступник директора Інституту проф. Блінов Ігор Вікторович Всесвітньо відомі фундаментальні напрацювання інституту по розробленню важливих елементів забезпечення стійкості та надійності електричних мереж: графенових конденсаторів, реноваторів, високоенергетичних лазерів.

Інститут технічної теплофізики, директор академік Снежкін Юрій Федорович.

Хочу відмітити напрямки:

Академік Снежкін Юрій Федорович. Вплив об'єктів енергетики, парникових газів на навколишнє природне середовище, розроблення обладнання для акумулювання та оптимізації розподілу тепла (в тому числі мобільних елементів з використанням енергії фазових переходів) для окремих об'єктів і населених пунктів, що дасть можливість забезпечити:

- зменшення впливу об'єктів енергетики на навколишнє природне середовище;
- маневрування навантаженням АЕС без зміни потужності реактора;
- продаж тепла побутовим та промисловим споживачам через мобільні та стаціонарні системами акумулювання, що беруть участь в балансуванні;

Академік Халатов Артем Артемович. Використання енергії природної неравновісності атмосферного повітря у формі різниці температур мокрого та сухого термометр. Це дає можливість підвищення ефективності використання енергоресурсів, зокрема в енергетиці:

- знизити температуру охолоджувальної води у градирнях електростанцій на 5-7 С із зниженням розходу циркуляційної води на 25%;
- знизити у 2 рази вартість знесолення води;
- підвищити коефіцієнт трансформації електроенергії в тепло або холод з 2-3 до 10-12 в безкомпресорних кондиціонерах\теплових насосах;

Електронний ресурс <https://www.dopovidi-nanu.org.ua/sites/default/files/2018/N2/18-02-08.pdf>

У військовій сфері знизити помітність літальних апаратів. Електронний ресурс <https://apd.ipt.kpi.ua/downloads/460/bojovi-malorozmirni-bezpilotni-lital-ni-aparati-z-reaktivnoju-tjagoju1>

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

-проф. Сігал Олександр Ісакович. По проблемам екології та експлуатації об'єктів енергетики, зокрема в рамках традиційних Міжнародних конференцій, організаторам яких він незмінно виступає багато років і матеріали яких розміщені на сайті ІТТФ НАН України. По розвитку систем централізованого теплопостачання, у тому числі з використанням малих модульних реакторів Електронний ресурс http://ittf.kiev.ua/wp-content/uploads/2022/06/prezentacija-shema-teplopostachannja-odesa_16.05.2022.pdf

-школа академіка Толубинського Всеволода Івановича, професора Домашова Євгена Дмитровича по високофорсованому теплообміну, включаючи взаємодію з організаціями головного конструктора та наукового керівника по ядерним установкам каналним, корпусним, включаючи аварійні режими та активне поновлення ресурсу основного обладнання після аварійних режимів та вичерпання проектного ресурсу.

Інститут теплоенергетичних технологій, директор проф. Дунаєвська Наталія Іванівна :

Спільне спалювання вугілля та біомаси, водневі технології, план скороченні викидів, заміна вугілля антрацитової групи на інші. Екологічні питання. По діяльності Інститута хочу зупинитись по одному питанню: підвищення екологічності роботи теплових електростанцій шляхом оптимізації їх режимів з використанням різних наявних типів вугілля та використання біопалива. Дослідження на стенді Інститута, який споруджений як гранд Уряду США підтвердили світовий досвід. Зокрема, біомаса краще природного газу підтримує горіння, шкідливі викиди у пускових режимах скорочується на порядок, ресурс невикористаної біомаси еквівалентне 6,5 млрд метрів куб природного газу. При гнитті біомаси виділяється метан який в 20 разів більший парниковий ефект ніж CO₂. Розроблено проект для Трипільської ТЕС, але він не реалізований. Наковці інституту та енергетики отримали Державну премію України 2019 року «Наукові основи нових технологій заміни антрациту в енергетиці України».

Інститут газу, директор **Жук Геннадій Віліорович**

Науковий напрямок - нанорідини академік Бондаренко Борис Іванович та академік Карп Ігор Васильович. Роботи по використанню наноридин для охолодження аварійного ядерного палива при транспортуванні та в ядерних[реакторах. При використанні наноридин коефіцієнт тепловіддачі в декілька разів вищий ніж при використанні звичайної води, тому унеможлиблюється руйнування оболонок ТВЕЛ та вихід радіоактивних речовин в навколишнє природне середовище, руйнування (проплавлення) корпусу реактора.

Науковий напрямок- впровадження водневих технологій академік Карп Ігор Васильович. В інституті проведені фундаментальні дослідження виробництва водню із природного газу. Ці роботи основою проектування відповідних установок в світі.

Інститут проблем безпеки атомних електростанцій, директор акад. Носовський Анатолій Володимирович. Цей Інститут є правонаступником Курчатівської експедиції на Чорнобильський АЕС, потім МНТК Укриття, тобто в ньому зосереджений досвід ліквідації аварії на ЧАЕС та обґрунтування всіх рішень. Зараз Інститут є науковим керівником робіт на НБК та по зняттю ЧАЕС з експлуатації.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О.Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки», директор Шевченко Ігор Анатолійович.

Це підприємство здійснює науково-технічну підтримку Органу Державного регулювання в атомній енергетиці. Його створення пов'язано з ліквідацією катастрофи на Чорнобильській АЕС. Створений відповідно із рішенням Бюро СМ ССР по паливно-енергетичному комплексу від 16 серпня 1998 року №9, листів обґрунтувань до Ради Міністрів Української СРСР за підписом заступника Голови Держатомнагляду СРСР Миколи Олександровича Штейнберга за підтримки НАН України акад. Патона Бориса Євгеновича, акад. Кухаря Валерія Павловича, акад. Трефілова Віктора Івановича.

Першим керівником та практичним організатором створення та функціонування Науково-технічного центра по безпеці в атомній енергетиці став Микола Васильович Карпан. Основу колективу склали колишні працівники Чорнобильської АЕС. (Його книги «Месь мирного атома» безумовно можна декілька разів перечитувати). Багато цікавого є в Національному Музеї Чорнобиля

Відділення ядерної фізики та енергетики

Директор відділення академік Шульга Микола Федорович

До відділення входять 6 інститутів зокрема:

Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» директор академік Шульга Микола Федорович. Інститут був лабораторією 1 Атомного проекту СРСР. Становлення Інституту тісно пов'язане 4 зараз всесвітньо відомими «мушкетерами» Дмитром Іваненко, Львом Ландау, Георгієм Гамовим, Матвієм Бронштейном.

Інститут ядерних досліджень директор акад. Слісенко Васілій Іванович В Інституті пущений перший в Україні дослідницький ядерний реактор, який став точкою кристалізації вітчизняної ядерної фізики і енергетики.

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього природного середовища», директор член-кореспондент Забулонов Юрій Леонідович. Інститут завжди займав передові в світі позиції в науці, в ньому досліджувався лунний ґрунт, виконувались перші роботи по поводженню з радіоактивними відходами від АЕС. Під час ліквідації аварії на ЧАЕС директор Інституту акад. Собатович Ємлен Володимирович безпосередньо організував роботи по зменшенню впливу Чорнобильські катастрофи (очищення води ріки Дніпро, поводження з РАО). Зараз під керівництвом Забулонова Юрія Леонідович виконуються роботи по використанню високоенергетичних технологій для очищення води та безреагентного вилучення хімічних елементі із руд та радіоактивних відходів

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

7.Ведучий Також питання чи є співпраця СІГРЕ з українськими вищими навчальними закладами?

Доповідач. Український національний комітет СІГРЕ співпрацює з вищими навчальними закладами. Перший досвід це співпраця з Національним економічним університетом ім Вадима Гетьмана. Спеціалістам НЕК Укренерго, Пр. АТ Укргідроенерго, ДТЕК, Міненерго України були прочитані 2 курса 36 годинних лекцій «Управлінські рішення в енергетиці» та «Енергетичне право» з виконанням та захистом звітних робіт. Матеріали лекцій розмішені на сайті Українського національного комітету СІГРЕ на *Електронному ресурсі*

<https://cigre.org.ua/%d1%81%d0%bf%d1%96%d0%b2%d1%80%d0%be%d0%b1%d1%96%d1%82%d0%bd%d0%b8%d1%86%d1%82%d0%b2%d0%be-%d0%b4%d0%b5%d1%80%d0%b6%d0%b0%d0%b2%d0%bd%d0%be%d0%b3%d0%be-%d0%b2%d0%b8%d1%89%d0%be%d0%b3%d0%be-%d0%bd>

Український національний комітет СІГРЕ тісно співпрацює з Національним політехнічним університетом ім. Ігоря Сікорського, Одеським національним політехнічним університетом. Готуються угоди про співробітництво.

8.Ведучий повернемося до енергосистеми України, який на разі рівень споживання? Ми знаємо, що багато енергоємних підприємств не працює, також є зруйновані або пошкоджені джерела генерації, як це впливає на ринок електроенергії?

Доповідач

За інформацією які дають керівники Уряду рівень споживання електроенергії в Україні знизився порівняно із 2021 роком на 40%. Публікації в журналі економіка України які розмішені на сайті ДУ «Інститут економіки та прогнозування України» проведений ретельний аналіз стану галузей економіки та перспектив їх розвитку виходячи із реального внутрішнього споживання та експортних можливостей.

9.Ведучий. Часто у пресі та у рекламі в інтернеті вказують що зима буде важкою і потрібно споживачам самим готуватися до блекаутів, закуповувати акумулятори, павербанки, ліхтарі, тощо. Якщо можна Ваш хоч би приблизний прогноз?

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Доповідач

Станом на сьогодні енергетика України забезпечує потреби промисловості та населення. Для забезпечення також стійкості у зимовий час Указами президента України введені відповідне рішення РНБО виконання цих рішень повинно забезпечити належне енергозабезпечення промисловості, критичної інфраструктури та населення.

10. Ведучий. На електронних інформаційних ресурсах вітчизняних екологічних організацій міститься інформація щодо наявних дефіцитів безпеки атомних енергоблоків ВВЕР-1000 зокрема:

- стаття Інспектора з ядерної безпеки Госатомнагляду СРСП Сімонова Є.Я. Електронний ресурс <https://atom.org.ua/aes-s-vver-1000-opasnyie-mastodontyi-yaderno.html>

- аналіз документів на подовження терміну експлуатації енергоблоку № 1 філії «ВП» Південно-Українська АЕС» з урахуванням аварійного режиму від 22.10.85 року, виконаний на замовлення Національного екологічного центру України у 2014 році.

Електронний ресурс <https://necu.org.ua/rezume-analizu-prodovzhennia-expluatacii-yuuaes/>

Вирогідність практичного проявлення цих проектних дефіцитів безпеки навіть з урахуванням компенсуючих заходів під час військової агресії звичайно зростає.

Ми знаємо, що Ви у минулому були пов'язані з атомною енергетикою, бачимо, що ЗАЕС захоплена, але все ж таки атомна енергетика показала себе надійною під час минулої зими, як Ви вважаєте, що далі буде з ЗАЕС та наскільки інші станції підготовлені до нового зимового періоду?

Доповідач

За коментарями з цього питання Вам необхідно звернутись до Міненерго України, ДП «НАЕК «Енергоатом», Держатомрегулювання. Атомні електростанції не проектувались та не модернізувались для роботи в умовах військової агресії і тим паче в умовах терористичного захоплення. Такі режими не передбачені жодним міжнародними угодами у тому числі для військового часу. Нажаль системи Міжнародних гарантій побудовані на наслідках ядерних бомбардувань Хіросіми та Нагасакі, військових ядерних випробувань, ядерних аварій та катастроф включаючи Будапештській Меморандум виявились повністю неефективними і не дієвими для ядерних терористів .

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

10. Ведучий У вересні у Києві проходила V Міжнародна конференція «Перспективи впровадження інновацій у атомну енергетику», яку наш лекторій транслював онлайн. Ви також там приймали участь як і з доповіддю, так і слухали інших доповідачів. Скажіть будь-ласка про якість доповідей і яка доповідь Вас найбільше вразила?

Доповідач

Хочу відмітити що з Презентаціями та тезами доповідей можна ознайомитись на сайті Українського Ядерного товариства відповідно на Електронний ресурсі <https://drive.google.com/drive/folders/19FXCX7NEAVQDhXqTETqoy2637S0i6GOu>
Та <https://drive.google.com/file/d/1mVeozWWERgl6dqd2-AG78ISd02A4meIE/view>

Із доповідей, хочу відмітити доповіді які презентував Зуйок Валерій Анатолійович ХФТІ (к.ф-м.н.), зокрема

1. Зуйок В.А. (к.ф-м.н.), Рудь Р.О., Трет'яков М.В., Чернов І.О., Куштим Я.О., Грудницький В.В. (к.т.н.)

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕЛ ПС СУЗ ДЛЯ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ УКРАЇНИ

2. Зуйок В.А. (к.ф-м.н.), Красноруцький В.С. (к.ф-м.н., с.н.с.), Грицина В.М., Рудь Р.О., Трет'яков М.В., Куштим Я.О., Грудницький В.В. (к.т.н.)

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СТІЙКОГО ДО АВАРІЙ ЯДЕРНОГО ПАЛИВА У МАЛИХ МОДУЛЬНИХ РЕАКТОРАХ

3. Павлів Є.А., Шугайло О-р П. (д-р філософії), Сахно О. В. (к.т.н.), Леткова Н. Г. Чернов І.О., Зуйок В.А., Легенький Є.С., Романьков В.О., Куштим А.В., Кантемиров А.В., Колодій І.В.

РОЗРОБКА НЕЙТРОНОПОГЛИНАЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ СПОЛУКРІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ГАФНІЄМ ТА ЦИРКОНІЄМ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В РЕГУЛЮЮЧИХ СТРИЖНЯХ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ

11. Ведучий Підсумовуючи, хотілося би дізнатися, як Ви оцінюєте нинішній рівень української науки у напрямку розвитку електроенергетичного сектору?

Доповідач Фундаментальний рівень Української науки залишається високим. Аналіз української науки показав що в Україні існують близько 100 конкурентних в світі наукових розробок. Серед розробок в галузі енергетики, яких більше 20. Я хочу зупинитись на розробках, які підтримані Технічним комітетом Українського національного комітету СІГРЕ:

1) реноватори електроенергії (школа проф. Музиченко Олександра Дмитровича ІЕД НАН Країни)

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка Олександра Юрійовича з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

Проект базується на фундаментальних пропозиціях проф. д.т.н, нач. лаб. ДУ «Інститут електродинаміки НАН України» Музиченка Олександра Дмитровича щодо підвищення якості електроенергії, живучості та безаварійності роботи електричних мереж та систем, що мають місце в його науково-практичних працях (патенти України на винахід: № 97162 і № 98683 від 2012 р., № 101763 від 3013 р., №113099 від 2016 р., статті в журналі «Технічна електродинаміка» №1 від 2014 р.), результатах численних проваджень систем на підприємствах України. Проектом передбачається впровадження в енергосистемі України апробованого сучасного технічного рішення «стабілізатора потенціалів фаз» у трифазних колах (скорочено СФ), названого «Реноватором», виконаного на основі застосування автотрансформаторів та трансформаторів, які мають тісний електромагнітний зв'язок між обмотками, що досягається за рахунок конструктивного виконання їх та спільному магнітопроводі.

Зазначений «Реноватор» здійснює параметричний обмін електричною енергією між фазами багатофазних електричних кіл, що забезпечує регулювання та стабілізацію напруги трифазної мережі, захист трифазних мереж від високовольтних, у тому числі грозових імпульсів перенапруга та електромагнітних об'ємних впливів від вибухів спеціальних зарядів та ін. На основі застосування СФ різного типу можна практично реалізувати ряд схем безперервного електропостачання споживачів навіть при обриві частини проводів лінії мережі або короткому їх замиканні. За допомогою СФ також можна здійснити відстрочений ремонт або відновлення фаз лінії мережі, а також забезпечити увімкнення відновленої лінії мережі без перехідних процесів. Запропонований СФ відноситься до так званих пасивних систем.

забезпечення якісного та надійного енергопостачання, надійність функціонування яких на порядки вища ніж відповідних електронних систем з напівпровідниковими. Хімічними або механічними (гідравлічними) перетворювачами та накопичувачами енергії. Крім того, така система повністю захищена від «кібервтручання» та дозволяє витримати значні короткочасні перевантаження, у тому числі, обумовлені електромагнітними імпульсами.

Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка Олександра Юрійовича з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року) (продовження)

2) джерела електричної енергії (акумулятори) на базі марганцю замість літію (проф. Шембель Олена Моїсеєвна)

У науково-дослідній лабораторії Українського державного хіміко-технологічного університету хімічних джерел струму (ДВНЗ «УДХТУ») здійснюються багаторічні фундаментальні та прикладні дослідження по розробленню високоенергетичних та високонадійних джерел струму спеціального призначення.

Основою пропонуємого проекту є те що магній є перспективною альтернативою літію як в первинних, так і джерелах струму, що перезаряджаються, зокрема магній;

- має більш високе значення питомої об'ємної енергії.
- відноситься до найбільш поширених металів в земній корі (Mg ~ 2,35%, Li ~ 0,0065%)
- приблизно в 20 разів дешевше ніж літій;
- не токсичний, виробництво джерел струму на його основі більш екологічне,
- при заряд-розрядному циклуванні на електродах не формуються дендрити, відповідно виключаються короткі замикання через електроліт, вибухи і займання джерела струму при глибоких заряд-розрядних циклах.
- собівартість виробництва магнієвих акумуляторів в 2-3 рази дешевше ніж літієвих та гарантується їх пожежна безпека.

3) використання енергії природної неравновісності атмосферного повітря в енергетиці та теплопостачанні (акад. Халатов Артем Артемович)

Окрім сонячної, гідро та вітрової енергії одним із потенційних відновлювальних невичерпаних джерел енергії, наявних практично в будь-якій точці світу є природна енергетична нерівновага атмосферного повітря у формі різниць температур сухого та мокрого термометрів (психрометрична різниця температур атмосферного повітря і повітря, що контактує з водою, яка випаровується).

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Фундаментальною основою такого процесу є природні властивості звичайної води яка входить до складу атмосферного повітря , коли для її перетворення в пар, або конденсації необхідно при постійній температурі та тиску витратити, або отримати в 60-25 разів більшу енергію ніж для її нагріву від 0 С до 100 С (Питома теплоємність води - 4,2 кДж/кг.К, питома теплота пароутворення, конденсації - 2258 кДж/кг). Такі фундаментальні властивості води є рушієм кола процесів перетворення енергії сонця в енергію дощів, вітру, буревіїв. При масі земної атмосфери 5,1(18) кг маса води в ній становить 1,27(16) кг, середня температура повітря становить 16 С і таким чином, земна атмосфера є практично охолоджувачем нескінченної ємності в термодинамічних процесах за технологіями, які зараз використовує людство

Довідково

Американський вчений українського походження проф. Валерій Михайлович Майсоценко із м. Одеси був першим, хто звернув увагу на те, як можна використовувати психрометричну енергію, яка через невелику різницю температур на практиці не використовувалась і створити нові технології та устаткування. Ґрунтуючись на теоретичних положеннях нового циклу названим на його честь М-циклом, він запропонував конструкцію теплообмінного апарату, в якому відбувається поділ атмосферного повітря на 2 потоки-охолоджений і насичене повітря з температурою навколишнього середовища. яка практично реалізовані ним в США, зокрема організовано серійне виробництво кондиціонерів, які споживають в 8-10 разів менше електроенергії ніж компресійні та забезпечують належну якість повітря.

Нещодавно запропонована схема градирні нового покоління по М –циклу, в якій охолодження оборотної води здійснюється до температури близької до точки роси. При температурі навколишнього повітря 29С та відносній вологості 35% що є типовим для України температура води в звичайній градирні може бути знижена з 38 °С до 24 °С, а при використанні градирні по М циклу дозволить отримати більш глибоке охолодження води для енергоблоку – нижче на 5...6°С, підвищити теплову потужності градирні на 40% або знизити потреби води через градирню на 30% та знизити кількість підживлювальної води на 5-10%.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

- 4) наноридини для можливого аварійного охолодження відпрацьованого ядерного палива при його транспортуванні та в системах аварійного охолодження активної зони (школа акад. Бондаренко Борис Іванович)
5. використання комп'ютерів гібридної архітектури з елементами штучного інтелекту для систем стратегічного планування та технологічних цілей (акад. Олександр Миколайович Химіч Інститут Кібернетики НАН України)
- 6) впровадження регульованого асинхронізованого безконтактного електропривода для енергетики та промисловості (проф. Олександр Михайлович Голеновський Київський національний політехнічний університет)

Ведучий: Які знання отримані Вами при навчанні в Інституті та при професійній діяльності ви вважаєте важливими у вашій діяльності, кого із викладачів, колег по роботі Ви найбільш запам'ятали:

Доповідач

1)функціонально, лише деякі приклади

А.Одеський політехнічний Інститут

Проф. Гохштейн Давид Петрович та Верхівкер Григорій Петрович які створили систему коли кожний студент мав самостійно розрахувати на лінійці реактори всіх типів ВВЕР, РБМК, газоохолоджувальний при цьому форма роботи спільна коли можна звернутись по якому завгодно питанню та спільно їх обговорити, звернутися по проблемним питанням (включаючи отримання рецензії на дипломну або курсову роботу безпосередньо до організації Наукового керівника, Генпроектанта, заводів –виробників, експлуатуючої організації. Дипломна робота повинна була мати не тільки спеціальне питання, а і оцінку його впливу на проект в цілому, включаючи нейтроннофізичні, теплотехнічні, надійності характеристики та інше. (Якісно такий вплив відображений у книгах проф.. Широкова С.В.)

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Проф. Гутман Юлій Ісакович, який при викладанні «Нейтронно-фізичної теорія ядерних реакторів» активно використував наукове надбанням одесита Георгія Антоновича Гамова.

Б. У Структурах Міненерго України: проф. Широков Сергій Васильович, Филімонов Віктор Якович, Євсюков Анатолій Іванович, Пархоменко Анатолій Олексійович, Уразовскій Віктор Степанович, Надтокін Анатолій Миколайович, Копчинский Георгій Олексійович, Семенюк Вілен Миронович, Склярів Віталій Федорович.

С. На АЕС Штейнберг Микола Олександрович, Карпан Микола Васильович, Чугунов Володимир Олександрович, Твердовский Нінель Дмитрович, Коровкін Володимир Олександрович, Добарін Дмитро Єгорович, Коданев Сергій Олександрович, Федоров Олег Маратович, Панащенко Микола Сергійович, Фрідман Микола Абрамович, Гашев Михайло Хазреталійович, Распопін Георгій Миколайович, Купний Валентин Іпполітович, Парашин Сергій Костянтинівич, Уманец Михайло Пантелеєвич, Білоусов Євген Леонідович, Холоша Володимир Іванович.

Д. Український національний комітет СІГРЕ Склярів Віталій Федорович (книги «Завтра был Чернобыль», «Завтра был Чернобыль +», «Сублимация времени»), Светелік Олександр Дмитрович, Бондаренко Юрій Миколайович, Сирота Ігор Григорович.

**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

Е. З інститутами НАН України, конструкторськими, технологічними; Енергетичними об'єднаннями України; іншими міністерствами; Кабінетом міністрів України, Комітетами Верховної Ради. Це окрема розмова. Наприклад 120 розробок нового обладнання для ВВЕР-1000 (В-320) и 400 для ВВЕР-440 (В-213).

Доповідач

2)предметно, лише деякі приклади

Найбільш запам'ятовалось при:

оцінках процесів при аварії на 4 блоці Чорнобильської АЕС (рівні забруднення території виходячи із активності палива в реакторі), горіння графіту створення та робота відділу зовнішніх зав'язків та нетрадиційних технологій Чорнобильської АЕС . Який займався організацією виробництва радіаційно-легованого кремнію для мікроелектроніки (при цьому вартість цієї продукція з одного енергоблоку в світових цінах співставна з вартістю електроенергії яку він виробляє), роботою з громадкістю та засобами масової інформації з метою зняття мораторію на будівництво нових енергоблоків, створення Нового безпечного конфайнмента, організацією наукових досліджень на ЧАЕС, впровадження тренажерів та проривних ремонтних технологій, організація міжнародного співробітництва, створення Музею Чорнобиль. Електронний ресурс з деякими матеріалами на телеканалі Чорнобильської АЕС за лютий 2020 року <https://chnpp.gov.ua/ua/infotsentr/teleprohramy/5469-teleprogrami-chaes-lyutij-2020-roku>

С. при підготовці аналітичних довідок для керівництва Міністерств, Кабінету міністрів, народних депутатів.

Доповідач

3) основні інструменти

1. Перший та другий Закони термодинаміки, Закон збереження енергії для оцінки процесів, оцінки потенційної енергії в 1 контурі.
2. Точечне представлення об'єктів для швидких оцінок, наприклад ядерного реактора: фізики по формулі 4 множників, теплообміну –гомогенізація.
3. Задачі із задачників Владимирова Володимира Івановича «Практичні задачі з експлуатації ядерних реакторів» та Краснощекова Євгена Олександровича та Сукомела Олександра Семеновича «Задачник з теплоперепедачі».

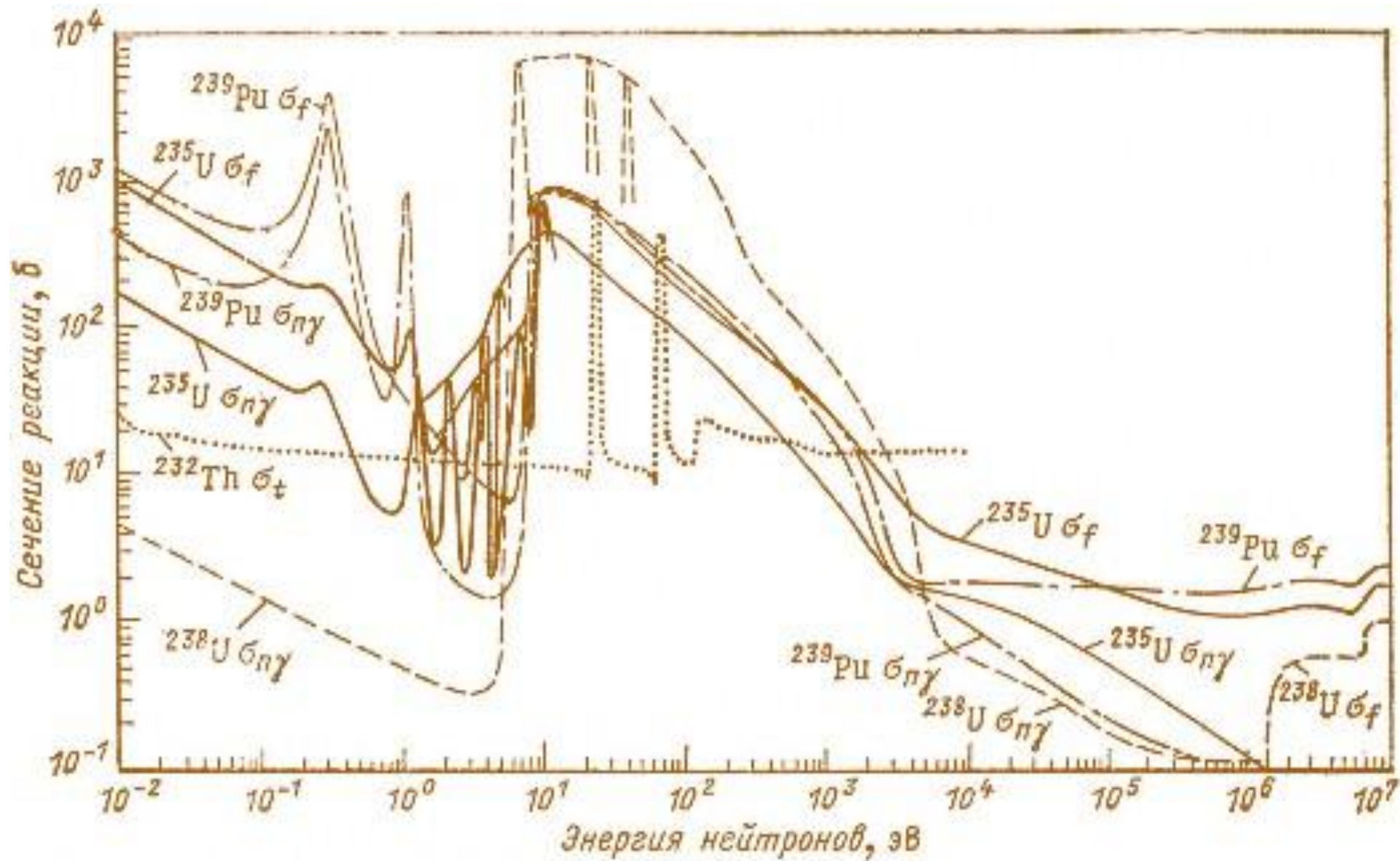
Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю. з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему «Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)

Доповідач. Хочу особливо підкреслити необхідність самостійно розв'язувати задачі із теоретичних та практичних питань ядерної енергетики. Перш за все користуватися довідниками фізичних характеристик матеріалів, економічними знаннями та принципами, наприклад:

1. Нейтронно фізичні характеристики активних зон ядерних реакторів суттєво залежать від температури теплоносія, температури нейтронного газу, температури палива, часу та режимів знаходження палива в активній зоні реактора. Знання навіть залежності змін характеристик ділення ядерних матеріалів від енергії нейтронів дають можливість оцінити якісно безпеку аварійних та перехідних процесів (В-ефективне, переріз ділення в залежності від енергії запізнюючих нейтронів, нейтронів ділення.

І Це стосується:

- всіх без винятку типів ядерних реакторів, коли навіть при двогрупових точкових моделях(енергія зшивки) розуміються вади безпеки газо та водо графітових, водоводяних ректорів;
- умов впровадження ММР,у тому числі разом з толерантним ядерним паливом (ATF, Accident Tolerant Fuel).



**Тези бесіди Віце-президента Українського національного комітету СІГРЕ Зенюка О. Ю.
з редакцією телевізійної програми НАН України «Наукові зустрічі» на тему
«Деякі питання розвитку атомної енергетики, як складової ПЕК» (02 травня 2024 року)
(продовження)**

2. Для випаровування води в залежності від температури необхідно на 1-2 порядку більше енергії ніж для її нагріву. При конденсації пари її об'єм зменшується в залежності від тиску та температури на 2-4 порядки [Л.45.стор.23,56] пояснює ефективність роботи термодинамічного циклу нашої планети, енергетичних циклів на насиченій парі та циклів Майсоценко на основі використання енергії природної неравновісності атмосферного повітря, включаючи наукову базу створення безкомпресорних кондиціонерів з коефіцієнтом трансформації електроенергії в тепло або холод до 10, вдосконалення градирень для пониження температури в конденсаторах електростанцій на 10С.

3. Використання принципу оптимізації (користь-школа):

а) при впровадженні радіаційних та ядерних технологій, як це зафіксовано в Нормах радіаційної безпеки України НРБУ-97 (додаток 9.2);

б) визначення переможців публічних закупівель відповідно із Законом України про публічні закупівлі, Примірною методикою визначення переможця конкурсу не тільки на основі вартості предмета закупівель, а і з урахуванням вартості життєвого циклу, впливу на навколишнє природне середовище та здоров'я населення, мультиплікативних ефектів на інші галузі економіки та ВНП

в) визначення рівня втручання при аваріях у воєнний час відповідно із пріоритетними напрямками діяльності у дозвільній діяльності затвердженими Рішенням Колегії Держатомрегулювання .

Доповідач. Сьогоднішні випускники вузів завтра стануть керівниками галузі і відповідно із основними принципами культури безпеки, які сформовані після Чорнобильської катастрофи, будуть членами або навіть керівниками центральних комісій з перевірки знань норм правил та стандартів в атомній енергетиці. А як відомо, члени та голови таких комісій повинні не тільки знати, а і розуміти та роз'яснювати, при необхідності положення правил.