

# Міжнародна діяльність ДНТЦ ЯРБ у 2017–2021 роках

- **Єсипенко Юлія Василівна**  
Начальник відділу міжнародних проєктів ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2272-8716>
- **Печериця Олександр Володимирович**, канд. техн. наук  
Заступник директора з наукової та міжнародної діяльності ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8711-0242>
- **Петренко Олег Вікторович**  
Заступник начальника відділу міжнародних проєктів ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8755-1184>
- **Бучинська Оксана Анатоліївна**  
Начальник лабораторії моніторингу та підтримки управління проєктами ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0335-806X>
- **Калтигіна Світлана Вікторівна**  
Старший науковий співробітник ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6691-2518>
- **Мурзіна Тетяна Артурівна**  
Старший науковий співробітник ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4567-9067>
- **Шанчук Анатолій Іванович**  
Старший науковий співробітник ДНТЦ ЯРБ, м. Київ, Україна  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3305-545X>

У сучасному глобалізованому світі розвиток сталої і безпечної атомної енергетики в окремих країнах можливий лише за умови постійної, наполегливої і успішної міжнародної співпраці. Така співпраця є особливо актуальною для Держатомрегулювання, як національного регулятора ядерної та радіаційної безпеки України, та ДНТЦ ЯРБ, який уже протягом 30 років надає регулятору науково-технічну, експертну та консультативно-аналітичну підтримку.

Міжнародний напрям діяльності ДНТЦ ЯРБ перебуває в стані постійного розвитку: розширюється та поглиблюється співробітництво з міжнародними організаціями, регуляторами та організаціями технічної підтримки, європейськими мережами та технологічними платформами, діловими партнерами в інших країнах. Змінюються та розвиваються напрями, форми та інструменти співпраці, цілі та обсяги міжнародних програм та проєктів. Незмінними залишаються цілі міжнародної діяльності ДНТЦ ЯРБ: постійне зростання та підтримання на високому професійному рівні науково-технічного потенціалу підприємства для надання національному регулятору якісних послуг, а також поширення досвіду ДНТЦ ЯРБ через участь у міжнародній співпраці.

У статті надано стислий огляд основних напрямів міжнародного співробітництва ДНТЦ ЯРБ протягом 2017-2021 років: міжнародна технічна допомога Держатомрегулюванню; співпраця з міжнародними організаціями; науково-технічне співробітництво; навчальна та освітня діяльність. Показані перспективні напрями дій підприємства на міжнародному рівні в період 2022-2026 років.

Ключові слова: науково-технічні програми та проєкти, міжнародна співпраця, міжнародна технічна допомога, міжнародні організації, ядерна та радіаційна безпека.

© Єсипенко Ю. В., Печериця О. В., Петренко О. В., Бучинська О. А.,  
Калтигіна С. В., Мурзіна Т. А., Шанчук А. І., 2022

Протягом 30-річного періоду діяльності ДНТЦ ЯРБ її міжнародна складова була направлена на досягнення таких цілей:

**надання підтримки діяльності національного регулятора** – Держатомрегулювання – у сфері безпеки використання ядерної енергії для зміцнення та розвитку системи регулювання і впровадження в Україні міжнародних стандартів з ядерної та радіаційної безпеки (ЯРБ) з урахуванням найкращого світового досвіду через:

розвиток співробітництва з міжнародними організаціями, органами регулювання ЯРБ країн з розвинутою ядерно-енергетичною інфраструктурою та їхніми організаціями технічної підтримки (ОТП) для вивчення міжнародних підходів, стандартів, правил, досвіду та передової практики у сфері регулювання, нагляду та оцінки ЯРБ;

виконання міжнародних зобов'язань України в межах конвенцій, угод, програм, проєктів та контрактів з міжнародними організаціями та спеціальними фондами, а також виконання відповідних зобов'язань ДНТЦ ЯРБ;

**розвиток експертного та науково-технічного потенціалу** ДНТЦ ЯРБ завдяки посиленню міжнародного партнерства та участі у спільній діяльності, програмах, тендерах та конкурсах, проєктах, заходах з навчання персоналу та обміну досвідом.

Для сприяння вирішенню актуальних проблем ЯРБ в Україні Держатомрегулювання та ДНТЦ ЯРБ активно співпрацюють з міжнародними організаціями, розвивають двосторонні та багатосторонні взаємовідносини, використовуючи такі інструменти (форми) міжнародної співпраці, як міжнародна технічна допомога; науково-технічне співробітництво (програми та проєкти); інформаційний обмін, передача досвіду та технологій, навчання персоналу.

Протягом 2017–2021 років продовжувалося стале співробітництво з міжнародними партнерами ДНТЦ ЯРБ, серед яких міжнародні організації – Європейська Комісія (ЄК), Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), європейські мережі European Clearinghouse та European TSOs Network (ETSON), європейська технологічна платформа SNETP / асоціація NUGENIA, Європейське співтовариство з атомної енергії (Євратом), а також регулятори та ОТП з Німеччини, Норвегії, США. Водночас активно розвивалися науково-технічні та ділові взаємовідносини з новими партнерами. Незважаючи на організаційні ускладнення, внаслідок обмежень у різних країнах через пандемію Covid-19 у 2020–2021 роках, ДНТЦ ЯРБ вдалося втримати на високому рівні ефективність міжнародної співпраці за багатьма напрямками та досягти очікуваних результатів та цілей.

### Підтримка діяльності національного регулятора

Продовжувалось виконання **програм міжнародної технічної допомоги** Україні у сфері ЯРБ: програми ЄС/ЄК «Інструмент співробітництва у сфері ядерної безпеки» (INSC), програм допомоги Держатомрегулюванню за Угодами з міжнародними донорськими фондами (ЄБРР), з регуляторами – NRC (США), DSA (Норвегія), SSM (Швеція). ДНТЦ ЯРБ брав активну участь у реалізації проєктів міжнародної технічної допомоги з надання послуг Держатомрегулюванню, як субпідрядник консорціумів європейських організацій (INSC) або як основний надавач послуг.

**Проєкти за програмою INSC.** У 2017 році Європейська Комісія організувала місію з оцінки проєктів допомоги Держатомрегулюванню за програмою INSC та досягнутих результатів за попередній період 2006 – 2017 років («Assessment of the EU support to the Nuclear Regulatory Authority of Ukraine»). Основні висновки та рекомендації наведено у звіті оціночної місії [1], [2].

Протягом 5-річного періоду 2017–2021 років ДНТЦ ЯРБ брав участь у виконанні 12 проєктів допомоги Держатомрегулюванню за програмами:

INSC 2010 (U3.01/10) – проєкт UK/TS/46;

INSC 2012 (U3.01/12) – проєкти UK/TS/48 – 50;

INSC 2014 (U3.01/14) та 2015 (U3.01/15) – проєкти UK/TS/51 – 57;

INSC 2018 (U3.01/18) – проєкт UK/TS/58.

Проєкт **UK/TS/46** [3], який завершився у 2017 році, сприяв розробці проєктів нормативних та методологічних документів та виконанню технічної оцінки найбільш важливих проблем безпеки поводження з радіоактивними відходами (РАВ), відповідно до завдань, визначених у Національній цільовій екологічній програмі поводження з РАВ в Україні.

У межах проєкту **UK/TS/48** [4] надано підтримку Держатомрегулюванню для ухвалення рішень щодо Промислового комплексу «Вектор» в Чорнобильській зоні відчуження із застосуванням сучасних методологій оцінки безпеки та на основі практики ЄС у сфері безпечного поводження з РАВ.

Проєкт **UK/TS/49** [4] забезпечив підтримку регулятора в процесі ліцензування ядерної підкритичної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується прискорювачем електронів» (ЯПУ «Джерело нейтронів») у Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ ХФТІ, м. Харків).

Посиленню спроможності Держатомрегулювання щодо здійснення нагляду та оцінки ЯРБ в контексті системи управління ліцензіата та людського фактора сприяв проєкт **UK/TS/50** [4]. Серед основних результатів: рекомендації щодо характеристик системи

управління, формування та підтримання культури безпеки, ліцензування персоналу ядерних установок, національної системи підготовки та атестації окремих категорій персоналу ліцензіата з питань ЯРБ, системи управління базою знань ліцензіата, взаємодії між ліцензіатами та постачальниками; аналіз та оцінка людського фактора під час визначення першопричин подій у сфері ЯРБ.

Результати проєкту **UK/TS/51** [5] сприяли посиленню спроможності Держатомрегулювання у сфері ліцензування нерезакторних установок та вдосконаленню:

а) національної нормативно-правової бази щодо виробництва ядерного палива, зберігання відпрацьованого ядерного палива (ВЯП), дослідницького реактора;

б) наглядової/ інспекційної діяльності, що стосується джерела нейтронів та дослідницьких реакторів, а також обґрунтування безпеки ЯПУ «Джерело нейтронів».

Проєкт **UK/TS/52** [5] було спрямовано на вдосконалення моделювання явищ, які супроводжують важкі аварії (можливість охолодження перегрітої та частково переміщеної активної зони реактора, розповсюдження розплаву та його утримання всередині корпусу, стабілізація розплаву в гермооболонці, взаємодія розплаву з бетоном, генерація водню та його поведінка в захисній оболонці тощо), а також на моделювання заходів з підвищення безпеки під час управління важкими аваріями на АЕС України (ВВЕР-1000), з особливим акцентом на розвиток важкої аварії в басейні витримки ВЯП.

Проєкт **UK/TS/53** [5] сприяв: впровадженню в Україні положень Директив Ради Євратому, що встановлюють основні норми безпеки для захисту від іонізуючої радіації; основи ядерної безпеки ядерних установок; основи відповідального та безпечного поведіння з ВЯП та РАВ (2013/59/Євратом, 2014/87/Євратом, 2011/70/Євратом); процесу гармонізації українського законодавства в сфері ЯРБ з референтними рівнями безпеки WENRA.

У межах проєкту **UK/TS/54** [5] розроблено регулюючі керівництва з оцінки зовнішніх природних та техногенних впливів.

Проєкт **UK/TS/55** [5] забезпечив надання експертної підтримки Держатомрегулюванню для визначення нормативних вимог до звітності про експлуатаційні події низького рівня та процедур ризик-інформованої оцінки таких подій та посилив спроможність регулятора в межах системи зворотного зв'язку від досвіду експлуатації.

Поточні результати проєкту **UK/TS/56** [5], який наразі триває, підсилюють ефективність регулювання поведінки з РАВ з урахуванням найбільш важливих питань безпеки (серед іншого, через реалізацію комплексного підходу до захоронення РАВ різного походження, визначення класифікації РАВ для захоронення в різних типах сховищ тощо).

У межах поточного проєкту **UK/TS/57** [5] надається підтримка Держатомрегулюванню для оцінки заходів, які впроваджує Оператор для підвищення безпеки енергоблоків АЕС України, через інспекції майданчиків АЕС спільно з експертами ЄС.

Проєкт **UK/TS/58** [6] спрямований на: розробку стратегії дій для завершення розбудови нормативної бази з ЯРБ та планування ресурсів регулятора; впровадження в Україні підходу HERCA-WENRA з метою вдосконалення міждержавної координації захисних дій під час ядерної аварії; надання експертної підтримки з питань регулювання поведінки з РАВ, зняття з експлуатації ядерних установок та реабілітації забруднених територій, а також ліцензування постачання диверсифікованого ядерного палива для українських АЕС.

**Проєкти ЄБРР.** За Грантовою угодою з Чорнобильським фондом «Укриття» з 1998 року ЄБРР надавав фінансові кошти для науково-технічної підтримки регулюючої діяльності Держатомрегулювання, пов'язаної з виконанням «Плану здійснення заходів» (ПЗЗ) на об'єкті «Укриття» (ОУ) та направленої на досягнення цілей безпеки ПЗЗ та безпеки персоналу під час виконання ПЗЗ. ДНТЦ ЯРБ надавав послуги регулятору як Ліцензійний Консультант за цим проєктом, який завершився у 2019 році.

У 2021 році завершено «Проєкт ядерної безпеки Чорнобильської АЕС», який з 2010 року надавав підтримку Держатомрегулюванню для реалізації проєкту нового сховища ВЯП (СВЯП-2) на ЧАЕС до видачі ліцензії на його експлуатацію. Серед іншого, протягом 2017–2021 років у межах проєкту проведено для СВЯП-2 державні експертизи ЯРБ: Програми введення в експлуатацію; Попереднього звіту з аналізу безпеки; Аварійного плану; технічних специфікацій систем та обладнання, важливих для безпеки; регламентів на етапі введення сховища в експлуатацію тощо.

**Проєкти технічної допомоги від США.** Уряд США надає допомогу органу регулювання ЯРБ в Україні від перших років незалежності нашої країни. Протягом 2017–2021 років розвивалося співробітництво Держатомрегулювання з такими інституціями як Комісія ядерного регулювання (КЯР), Департамент енергетики та Державний департамент.

Проєкт технічної допомоги Держатомрегулюванню з боку КЯР здійснювався у 2019–2021 роках на основі угоди між Брукгейвенською національною лабораторією (BNL) та ДНТЦ ЯРБ як субпідрядником. Серед напрямів допомоги, які визначені у спільних документах КЯР та Держатомрегулювання, є такі: кваліфікація обладнання для важких аварій; методики ліцензування для застосування цифрових інформаційно-керуючих систем на АЕС; виконання аналізів критичності для важких аварій; управління проєктом;

удосконалення імовірнісної моделі для ядерного реактора типу ВВЕР-1000/В320 з використанням коду SAPHIRE; розроблення регулюючого керівництва зі здійснення нагляду за ризик-інформованим технічним обслуговуванням.

За підтримки **Департаменту енергетики США**, ДНТЦ ЯРБ надавав послуги з технічної оцінки документів з безпеки ЯПУ «Джерело нейтронів». Починаючи з 2011 року, у ННЦ ХФТІ проводилися роботи з проєктування, будівництва та підготовки до введення в експлуатацію ЯПУ «Джерело нейтронів». ДНТЦ ЯРБ, на підставі контракту з **Національною лабораторією Айдахо (INL)**, здійснював експертний нагляд та надавав консультативну підтримку ННЦ ХФТІ в межах процесу ліцензування діяльності з введення в експлуатацію ЯПУ «Джерело нейтронів», виконував оцінку проєктних документів та технічної документації та брав участь у пуско-налагоджувальних випробуваннях важливих для безпеки систем. Проєкт завершено у 2020 році.

На підтримку Держатомрегулювання ДНТЦ ЯРБ бере участь у багаторічній «Програмі вдосконалення аналізу безпеки та посилення спроможності для підготовки документації з питань безпеки АЕС з реакторами типу ВВЕР». За цією Програмою, яка фінансується **Департаментом енергетики США**, за контрактом з **Аргонською національною лабораторією (ANL)** ДНТЦ ЯРБ виконує проєкт «Надання аналітичної підтримки для виконання оцінки структурної цілісності АЕС та проведення термогидравлічних досліджень». Серед завдань цього проєкту – аналітичні дослідження цілісності теплообмінних трубок і колекторів парогенераторів на підтримку впровадження протиаварійних процедур на АЕС України, з використанням коду ANSYS.

**Державний департамент США** за участі ДНТЦ ЯРБ надає технічну допомогу Держатомрегулюванню у проведенні інвентаризації радіоактивних матеріалів (джерел іонізуючого випромінювання), що знаходяться на підконтрольних територіях у східному регіоні України, в межах проєкту «ИНВЕНТАРИЗАЦІЯ» [7].

**Проєкти технічної допомоги від Норвезької Агенції з радіаційної та ядерної безпеки (DSA)**. За контрактом з DSA, у 2017 та 2020 роках ДНТЦ ЯРБ виконав проєкти з оцінки загроз у сфері регулювання в Україні та розробив відповідні Дорожні карти співробітництва Держатомрегулювання та DSA (у межах міжнародної технічної допомоги), що передбачають виконання низки спільних проєктів у 2018–2025 роках. Протягом 2017–2021 років ДНТЦ ЯРБ виконав 15 проєктів, спрямованих на вдосконалення регуляторної бази України з таких питань, як зняття з експлуатації ядерних установок та впровадження основних заходів для гармонізації національної

нормативної бази зняття з експлуатації із референтними рівнями WENRA та вимогами МАГАТЕ з безпеки; забезпечення безпеки під час перевезення радіоактивних матеріалів; ядерна захищеність ядерних установок, ядерних матеріалів та РАВ; надання консультативної експертної підтримки з радіаційного захисту відповідно до стандартів МАГАТЕ; аварійна готовність та реагування; безпека поведінки з відпрацьованими закритими джерелами іонізуючого випромінювання; звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю; структура та зміст протиаварійної документації АЕС; оцінка культури безпеки, людських та організаційних факторів під час аналізу досвіду експлуатації.

**Технічна допомога від Органу з радіаційної безпеки Королівства Швеція (SSM)**. У межах інформаційної підтримки Держатомрегулювання, ДНТЦ ЯРБ, за контрактом з SSM (02.2020 – 02.2022), надавав послуги з оновлення структури та постійного наповнення контенту веб-сайту Uatom.org – з питань ядерної безпеки, радіаційного захисту та нерозповсюдження ядерної зброї в Україні, здійснював заходи для популяризації веб-сайту.

#### Співробітництво з міжнародними організаціями

**МАГАТЕ: Комітети зі стандартів**. За дорученням Держатомрегулювання, у 2017–2021 роках ДНТЦ ЯРБ активно співпрацював з Комітетом з розгляду стандартів з ядерної безпеки МАГАТЕ (NUSSC), зокрема експерти ДНТЦ ЯРБ розглянули серію проєктів стандартів, керівництв та інших документів МАГАТЕ, коментарі до яких NUSSC повністю або частково врахував.

У межах діяльності Комітету з розгляду стандартів з аварійної готовності та реагування (EPRaSC) у 2020 році експерти ДНТЦ ЯРБ розглянули проєкти 2-х документів МАГАТЕ у зазначеній технічній сфері.

**МАГАТЕ: міжнародні інформаційні системи**. Протягом 2017–2021 років ДНТЦ ЯРБ надавав координаційну та технічну підтримку для функціонування міжнародних інформаційних систем, зокрема: системи обміну інформацією про порушення на дослідницьких реакторах (IRSRR); системи МАГАТЕ / Агенції з ядерної енергії (NEA) організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) щодо звітності про експлуатаційні події (IRS); міжнародної шкали ядерних і радіологічних подій INES; системи зі сповіщення та аналізу інцидентів з ядерним паливом FINAS. Представники ДНТЦ ЯРБ є національними координаторами цих систем в Україні.

**Мережа European Clearinghouse**. З 2017 року ДНТЦ ЯРБ, за погодженням з Держатомрегулюванням, є партнером Європейської регіональної мережі ядерних регуляторів та організацій технічної безпеки для використання досвіду експлуатації

тації АЕС, яка була створена у 2008 році. У межах співробітництва з Clearinghouse, фахівці ДНТЦ ЯРБ вивчають результати тематичних досліджень, проведених учасниками мережі Clearinghouse, та використовують підходи, запропоновані у цих дослідженнях, для аналізу подій на українських АЕС в межах підтримки наглядової діяльності Держатомрегулювання.

**Асоціація WENRA.** Держатомрегулювання є членом Асоціації західноєвропейських регуляторів (Western European Nuclear Regulators Association (WENRA)). ДНТЦ ЯРБ надає експертну підтримку участі Держатомрегулювання в діяльності Асоціації та бере активну участь у роботі робочих груп WENRA, зокрема: з гармонізації реакторної безпеки (RHWG), для дослідницьких реакторів (WGRR) та з питань поводження з РАВ та зняття з експлуатації (WGWD).

**Співробітництво з BMU / GRS та TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Energie und Systeme.**

У період 2017–2021 років Держатомрегулювання за підтримки ДНТЦ ЯРБ продовжувала науково-технічне співробітництво з Федеральним міністерством Німеччини з питань навколишнього середовища, збереження природи та ядерної безпеки BMU та Товариством з безпеки ядерних установок (GRS). У 2017 році ДНТЦ ЯРБ завершив проєкт Shelter – «Аналіз факторів, що визначають безпеку стану об'єкта «Укриття» (ОУ) у складі нового безпечного конфайнменту» (НБК). Під час виконання робіт за цим проєктом визначено цілі усіх етапів перетворення ОУ під НБК, та підготовлено технічне завдання для розробки критеріїв і умов безпечного стану ОУ в складі НБК.

Проєкт «Застосування розрахункових кодів ATHLET-CD та COCOSYS в аналізі важких аварій для реакторів типу ВВЕР-440 і ВВЕР-1000» ДНТЦ ЯРБ і GRS виконали в період 09.2017 – 11.2019. Роботи охоплювали застосування спареної версії кодів ATHLET-CD та COCOSYS в аналізах проєктних і важких аварій для АЕС з реакторами ВВЕР (на прикладі енергоблока № 1 Рівненської АЕС з ВВЕР-440/213); спільні з ОТП країн, що експлуатують реактори ВВЕР, дослідження взаємодії розплаву активної зони з бетоном і надходження розплаву активної зони в захисну оболонку під час важких аварій на АЕС (ВВЕР), а також дослідження важких аварій для оцінки КУВА.

Протягом 2018–2019 років ДНТЦ ЯРБ спільно з GRS виконали розробку методичних рекомендацій щодо моніторингу стану паливомістких матеріалів при експлуатації нового безпечного конфайнменту», з урахуванням їхнього безпечного зберігання (як неорганізованих скупчень високоактивних РАВ) під час експлуатації НБК.

У 2021 році ДНТЦ ЯРБ спільно з GRS розпочали виконання проєктів, спрямованих на порівняльні розрахунки з використанням кодів AC2 та MELCOR за сценарієм важкої аварії на реакторі

ВВЕР-1000/320; аналіз процесів в ОУ та розповсюдження радіоактивності від паливомістких матеріалів; застосування розрахункових кодів ATHLET-CD і COCOSYS для дослідження феноменів важких аварій для реакторів типу ВВЕР-440 та ВВЕР-1000.

За контрактом з TÜV SÜD IS-ES (Німеччина) ДНТЦ ЯРБ виконав (09.2017 – 03.2020) проєкт «Аналіз безпеки змішаних завантажень активної зони та можливості виникнення повторної критичності після важкої аварії з пошкодженням активної зони реакторів ВВЕР-1000 (AP12)». Серед іншого, завдання проєкту охоплювали: розгляд питань безпеки та аспектів ліцензування впровадження нових типів паливних збірок та експлуатації змішаних завантажень активної зони реакторів ВВЕР; розробку моделі та виконання тестових розрахунків виникнення повторної критичності після важкої аварії з пошкодженням активної зони; міжнародний обмін інформацією щодо сучасних напрямів оцінки безпеки для АЕС з реакторами ВВЕР та іншими легководними реакторами. Також, у межах співпраці з TÜV SÜD IS-ES, продовжується виконання проєкту (10.2020 – 03.2023) щодо аналізу безпеки нових режимів експлуатації реакторів типу ВВЕР (AP03).

#### Розвиток експертного та науково-технічного потенціалу ДНТЦ ЯРБ

##### МАГАТЕ: координовані дослідницькі проєкти.

Протягом 2018–2021 років ДНТЦ ЯРБ брав активну участь у конкурсах проєктних пропозицій для подальшого співробітництва в межах координованих дослідницьких проєктів (CRP) МАГАТЕ. За контрактами на проведення досліджень з МАГАТЕ ДНТЦ ЯРБ виконував такі 4 проєкти:

в межах CRP-I31031 «Бенчмарк імовірнісного аналізу безпеки для майданчиків з багатоблоковими/багатореакторними АЕС» (MUPSA) (02.2018 – 02.2022) ДНТЦ ЯРБ розробив моделі імовірнісного аналізу безпеки для багатоблокової Рівненської АЕС та брав участь у порівняльних розрахунках (бенчмарку) спільно з учасниками з 15 країн з метою визначення технологічних рішень для зменшення ризиків, які є специфічними для багатоблокових майданчиків;

дослідження «Спільне використання вимірювальних спроможностей мобільної лабораторії та системи підтримки прийняття рішень під час важкої аварії на легководних реакторах» (12.2019 – 12.2022) є внеском ДНТЦ ЯРБ до CRP-J15002 «Ефективне використання інструментів прогнозування рівня дози для аварійної готовності та реагування на радіологічні аварії»;

дослідницький проєкт «Виконання порівняльних розрахунків окремих явищ і аналітичних розрахунків щодо утримання розплаву в корпусі реактора» (08.2020 – 10.2024) ДНТЦ ЯРБ здійснює

в межах CRP-J46002 «Розробка таблиці ідентифікації та ранжування явищ (PIRT), валідаційної матриці та виконання бенчмаркінгу щодо утримання розплаву в корпусі реактора». Головна мета CRP – оцінка адекватності аналітичних моделей феноменів, пов'язаних з утриманням розплаву всередині корпусу реактора (IVMR), які реалізовані в недавніх версіях коду MELCOR для аналізу важких аварій; визначення потреби у покращенні цих моделей та оцінка можливостей покращення методів моделювання, що застосовуються для аналізу IVMR;

внеском ДНТЦ ЯРБ до CRP-T13018 «Характеризація відпрацьованого палива» є дослідження «Аналіз локального розподілу характеристик відпрацьованого палива реакторів типу ВВЕР-1000 при нерівномірності експлуатаційних параметрів» (11.2020 – 12.2024), яке проводитиметься для вибраних репрезентативних типів паливних збірок, які використовуються в реакторах ВВЕР-1000 на АЕС України, завдяки чисельному моделюванню з використанням моделей найкращої оцінки для програмного пакета SCALE.

**Співробітництво з ETSON.** ДНТЦ ЯРБ, як асоційований член європейської мережі ОТП, протягом 2017–2021 років брав участь у планових заходах ETSON.

**ETSON: спільні дослідницькі проекти.** За для сприяння спільній дослідницькій діяльності, ETSON надавала фінансову підтримку учасникам спільних проектів. У період 2020–2021 років ДНТЦ ЯРБ був учасником 2-х проектів:

«Виконання порівняльних розрахунків (бенчмаркінг) для оцінки радіологічних наслідків» (BARCO). До виконання проекту долучилися 5 організацій-членів ETSON: ENEA (Італія), LEI (Литва), VTT (Фінляндія), GRS (Німеччина) та ДНТЦ ЯРБ (Україна), який виступив ініціатором та здійснював керівництво проектом;

«Виконання бенчмаркінгових розрахунків щодо поширення водневого полум'я в стратифікованій атмосфері» (H2). У межах проекту H2 експерти ДНТЦ ЯРБ виконали розрахунки за визначеним сценарієм під час бенчмаркінга.

**Європейські технологічні платформи: SNETP та NUGENIA.** У секторі ядерної енергетики ЄС технологічна платформа сталої ядерної енергетики SNETP, до складу якої входить асоціація NUGENIA (ядерна генерація II і III покоління), здійснює стратегічне програмування та координацію наукових досліджень у межах програми Євратому з наукових досліджень, а також надає підтримку у підготовці проектних пропозицій до конкурсів. Як член асоціації NUGENIA з 2015 року та SNETP з 2019 року, ДНТЦ ЯРБ брав участь у заходах цих платформ, зокрема для обговорення програми Євратому з досліджень та навчання 2021–2025, перспек-

тивних проектних ідей, визначення потенційних партнерів для участі у конкурсах тощо.

**NUGENIA: проєкт SAMHYCO-Net.** У період 2017–2020 років ДНТЦ ЯРБ брав участь у проєкті SAMHYCO-Net щодо вдосконалення процедур управління безпекою на пізній стадії важкої аварії, включно зі зниженням концентрації водню та оксиду вуглецю та моделюванням ризику вибуху. Цей проєкт був ініційований Інститутом радіаційного захисту та ядерної безпеки IRSN (Франція) для спільного виконання 26-ма членами асоціації NUGENIA, за власний кошт. Серед завдань, які виконали експерти ДНТЦ ЯРБ були такі:

підготовка даних щодо характеристик реакторної установки та гермооб'єму енергоблока з ВВЕР-1000, а також щодо стратегій охолодження розплаву та зменшення ризику досягнення вибухо-небезпечних концентрацій газів;

розробка моделі герметичних приміщень з пасивними автокатолітичними рекомбінаторами водню для моделювання важкої аварії на енергоблоці типу PWR для версії коду MELCOR 2.1-2.2, а також виконання розрахунків із застосуванням цієї моделі;

підготовка рекомендацій щодо покращень моделей, які застосовувались під час виконання порівняльних розрахунків.

**Програми Євратому з досліджень та навчання.** Протягом періоду 2018–2021 років ДНТЦ ЯРБ брав активну участь у конкурсах проектних пропозицій за Програмами Євратому з досліджень та навчання. Так, за результатами 2-х конкурсів за Програмою на 2014–2020 роки, ДНТЦ ЯРБ став бенефіціаром грантів Євратому в 7 проєктах:

EURAD «Європейська Спільна Програма з поводження та захоронення радіоактивних відходів, 2019–2024;

MUSA «Управління важкими аваріями та їхні невизначеності», 2019–2023;

R2CA «Зменшення радіологічних наслідків проектних та запроєктних аварій», 2019–2023;

ENTENTE «Європейська база даних для багатомасштабного моделювання радіаційного пошкодження», 2020–2024;

APAL «Розширений аналіз теплового удару під тиском для цілей довгострокової експлуатації», 2020–2024;

METIS «Інноваційні методи та засоби оцінки сейсмічного ризику», 2020–2024;

STRUMAT-LTO «Дослідження властивостей конструкційних матеріалів для безпечної довгострокової експлуатації АЕС з легководними реакторами», 2020–2024.

За результатами першого конкурсу проектних пропозицій у 2021 році за новою Програмою Євратому на 2021–2025 роки ДНТЦ ЯРБ став бенефіціаром 3 проектів:

DELISA-LTO «Опис перепризначеного терміну експлуатації та його вплив на безпеку експлуатації

та характеристики будівельних матеріалів – довготривала експлуатація без компромісу для безпеки» (2022-2026);

SASPAM-SA «Аналіз безпеки MMP зі стратегіями пасивного пом'якшення наслідків - важка аварія» (2022-2026);

HARMONISE «Гармонізація ліцензування майбутніх технологій в атомній енергетиці в Європі» (2022-2025).

**Співробітництво з Інститутом трансуранових елементів.** Протягом періоду 2017–2021 років ДНТЦ ЯРБ продовжував співпрацю з Інститутом трансуранових елементів (ITU, м. Карлсруе, Німеччина) Об'єднаного наукового центру ЄК (EC/JRC), що розпочалася в 2010 році, з метою оптимізації коду TRANSURANUS для розрахунку гадолінієвого паливного стрижня ядерних реакторів. Робота передбачає порівняння результатів обчислень з використанням кодів HELIOS і TRANSURANUS, з урахуванням бібліотек констант, розрахованих фахівцями ДНТЦ ЯРБ для паливних стрижнів ВВЕР. Ці бібліотеки констант будуть внесені до коду TRANSURANUS.

#### Міжнародна навчальна та освітня діяльність

Навчальна та освітня діяльність ДНТЦ ЯРБ протягом періоду 2017–2021 років охоплювала кілька напрямів. Європейський інститут з навчання та наставництва у сфері ядерної безпеки (ENSTTI) залучав фахівців ДНТЦ ЯРБ до підготовки та проведення навчальних заходів як в Україні, так і за кордоном (підготовка учбових модулів, лекцій та практичних занять) в межах проєкту «Навчання та наставництво для спеціалістів регулюючих органів та організацій, що надають їм науково-технічну підтримку, для розвитку або підсилення їхніх регулюючих та технічних спроможностей» (01.2013 – 12.2020) за програмою INSC.

У 2018 та 2019 роках ДНТЦ ЯРБ був головним організатором Міжнародної ядерної літньої школи в Україні для українських і турецьких студентів та молодих фахівців. За результатами успішного проведення цих літніх шкіл і з метою розширення взаємодії у сфері навчальної діяльності 5 грудня 2019 року підписано Рамкову угоду про співробітництво між ДНТЦ ЯРБ та Інститутом ядерних досліджень (AU-INS) Університету Анкари.

У 2021 році, за угодою з Аргонською національною лабораторією (США), ДНТЦ ЯРБ забезпечив організацію та проведення навчання з питань концепції та характеристик малих модульних реакторів (SMR) для студентів та викладачів українських університетів, які мають навчальні спеціальності, пов'язані з ядерним інжинірингом (НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, Одеська та Львівська Політехніки).

#### Перспективні напрями міжнародної діяльності ДНТЦ ЯРБ (2022–2026)

У наступному 5-річному періоді (2022–2026) головні цілі міжнародної діяльності ДНТЦ ЯРБ залишаться без змін: це комплексна експертна та науково-технічна підтримка регулятора (Держатомрегулювання) та розвиток і практичне застосування потенціалу фахівців підприємства для надання консультаційних послуг у сфері ЯРБ.

ДНТЦ ЯРБ продовжуватиме співробітництво з ЄК, з регуляторами, ОТП та іншими партнерськими організаціями із зарубіжних країн у межах поточних та нових проєктів, для підтримки Держатомрегулювання та виконання своїх контрактних зобов'язань.

Фахівці ДНТЦ ЯРБ виконуватимуть свої завдання в межах координованих проєктів МАГATE та проєктів за програмами Євратома з досліджень та навчання, а також братимуть участь у нових курсах проєктних пропозицій.

Серед перспективних напрямів міжнародної діяльності ДНТЦ ЯРБ – заходи та проєкти, спрямовані на оцінку безпеки технологій малих модульних реакторів (MMP). За підтримки Агенції з торгівлі та розвитку США (USTDA), спільно з компанією NuScale, ДНТЦ ЯРБ виконуватиме проєкт з аналізу прогалін у сфері ліцензування (Licensing Gap Analysis) використання в Україні технологій MMP та ще низку аналогічних проєктів.

Професійні знання та досвід фахівців ДНТЦ ЯРБ у сфері ЯРБ мають передаватися студентам та молодим спеціалістам, які приходять працювати на підприємства ядерної енергетики. З цією метою, ДНТЦ ЯРБ активно продовжить співпрацю з міжнародними партнерами у межах освітніх та навчальних програм, проєктів та заходів. Як новий напрям освітньої діяльності ДНТЦ ЯРБ, яка розпочалася у 2021 році, у співробітництві з компанією Вестінгауз (Швеція) буде проводитися спеціальне навчання щодо нових технологій MMP у вищих учбових закладах України, які займаються підготовкою фахівців у ядерній сфері. Студенти українських університетів будуть ознайомлені з технологіями Вестінгауз, а також з інноваційними підходами до проєктування та безпеки реакторів. У цьому ж напрямі ДНТЦ ЯРБ очікує на продовження співпраці з Аргонською національною лабораторією.

ДНТЦ ЯРБ зацікавлений у партнерстві та співробітництві з організаціями в Туреччині задля проведення спільних навчальних заходів для студентів, молодих фахівців та викладачів турецьких ВНЗ. Так, після послаблення обмежень через Covid-19, ДНТЦ ЯРБ планує продовжити співпрацю з Університетом Анкари для проведення міжнародних літніх ядерних шкіл. Також, ДНТЦ ЯРБ розвиватиме партнерство з Представництвом TÜV Австрія в Туреччині для проведення навчання в цій країні.

## Висновки

Практична діяльність ДНТЦ ЯРБ протягом 5-річного періоду 2017–2021 років беззаперечно демонструє ефективне використання інструментів міжнародного співробітництва для досягнення цілей підприємства як ОТП для регулятора у сфері ЯРБ. Відкрита та стала співпраця з міжнародними партнерами допомагає вирішувати проблеми та виконувати завдання під час регулювання ЯРБ в Україні. Партнерство та співпраця з міжнародними організаціями, регуляторами та ОТП зарубіжних країн є важливими елементами діяльності ДНТЦ ЯРБ, яка, насамперед, спрямована на забезпечення експертної, аналітичної та науково-технічної підтримки Держатомрегулювання під час здійснення функцій національного регулятора, покращення та гармонізації нормативної бази регулювання ЯРБ.

Протягом 2017–2021 років посилилася співпраця з міжнародними організаціями (МАГАТЕ, ETSON, European Clearinghouse), відбувалося розширення та поглиблення міжнародного науково-технічного співробітництва ДНТЦ ЯРБ через активну участь у діяльності європейських технологічних платформ (асоціацій) SNETP/NUGENIA, у координуваних дослідницьких проєктах МАГАТЕ та проєктах за програмами Євратому з досліджень та навчання, а також через розвиток ділового партнерства з організаціями інших країн, через збільшення та розвиток нових напрямів та форм міжнародного співробітництва.

У наступний 5-річний період ДНТЦ ЯРБ розвиватиме надалі свої ділові відносини із зарубіжними партнерами для підтримки впровадження в Україні міжнародно визнаних стандартів і практики в сфері ЯРБ.

## Список використаної літератури

1. Assessment of the EU support to the Nuclear Regulatory Authority of Ukraine. Part I: Inventory of Projects and Achievements of EU support to the Nuclear Regulatory Authority of Ukraine, 2017.
2. Assessment of the EU support to the Nuclear Regulatory Authority of Ukraine. Part II: Institutional Set-up and Gap Analysis, 2017.
3. Assistance to SNRIU in regulation on safe radioactive waste management and harmonization of regulatory requirements on nuclear and radiation safety. Final Report of INSC Project U3.01/10 (UK/TS/46). 2018.

4. Support to the Ukrainian Regulatory Authorities. Inception Report of INSC Project U3.01/12 (UK/TS/48-49-50). 2016.

5. Strengthening of State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) capabilities relevant for the regulation of nuclear activities and in licensing and severe accident management of Nuclear Installations. Inception Report of INSC Project U3.01/14 and U3.01/15 (UK/TS/51-57). 2018.

6. Support to the Ukrainian Regulatory Authorities. Inception Report of INSC Project U3.01/18 (UK/TS/58). 2020.

7. Заключний звіт за проєктом «Боротьба із незаконним використанням та незаконним обігом радіоактивних матеріалів у східному регіоні України на території, де проводилася операція об'єднаних сил: Завдання 1. Проведення позапланової інвентаризації радіоактивних матеріалів (включаючи закриті радіонуклідні джерела) (ІНВЕНТАРИЗАЦІЯ)». 2021.

## References

1. Assessment of the EU support to the nuclear regulatory authority of Ukraine. Part I: inventory of projects and achievements of EU support to the nuclear regulatory authority of Ukraine, 2017.
2. Assessment of the EU support to the nuclear regulatory authority of Ukraine. Part II: institutional set-up and gap analysis, 2017.
3. Assistance to SNRIU in regulation on safe radioactive waste management and harmonization of regulatory requirements on nuclear and radiation safety. Final report of INSC project U3.01/10 (UK/TS/46). 2018.
4. Support to the Ukrainian regulatory authorities. Inception report of INSC project U3.01/12 (UK/TS/48-49-50). 2016.
5. Strengthening of State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU) capabilities relevant for the regulation of nuclear activities and in licensing and severe accident management of nuclear installations. Inception report of INSC project U3.01/14 and U3.01/15 (UK/TS/51-57). 2018.
6. Support to the Ukrainian regulatory authorities. Inception report of INSC project U3.01/18 (UK/TS/58). 2020.
7. Final report on project “Combating the illicit use and illicit trafficking of radioactive materials in the eastern region of Ukraine on the territory where the joint forces operation was carried out: Task 1. Extraordinary inventory of radioactive materials (including sealed radionuclide sources) (INVENTORY)”. 2021.



## **SSTC NRS Achievements in the International Activities in 2017-2021**

### **Yuliia Yesypenko**

Head of International Projects Department  
SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Oleksandr Pecherytsia**, PhD (Engin.)

Deputy Director for Scientific and International Activities  
SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Oleh Petrenko**

Deputy Head of International Projects  
Department SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Oksana Buchynska**

Head of Laboratory for Project Management  
Monitoring and Support, International Projects  
Department SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Svitlana Kaltygina**

Senior Researcher, SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Tetiana Murzina**

Senior Researcher, SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

### **Anatolii Shanchuk**

Senior Researcher, SSTC NRS, Kyiv, Ukraine

In today's globalized world, the development of sustainable and safe nuclear energy in certain countries is possible only under the condition of sustainable, persistent and successful international cooperation. Such cooperation is especially relevant for the State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine, as the national nuclear and radiation safety regulator of Ukraine, and the SSTC NRS, which has been providing scientific, technical, expert, consulting and analytical support to the regulator for 30 years.

The international area of SSTC NRS activities is under continuous development: cooperation with international organizations, regulators and technical support organizations, European networks and technological platforms, business partners in other countries is expanded and deepened. The areas, forms and instruments of cooperation, goals and scope of international programs and projects change and develop. The goals of the SSTC NRS international activities remain unchanged: constant growth and maintenance of a high professional level of the enterprise scientific and technical potential in order to provide the national regulator with quality services, as well as dissemination of the SSTC NRS experience through participation in international cooperation.

The article presents a brief overview of the main areas of the SSTC NRS international cooperation during 2017-2021: international technical assistance to the SNRIU; cooperation with international organizations; scientific and technical cooperation; training and educational activities. It shows the promising areas of the enterprise's actions at the international level in the period of 2022-2026.

**Keywords:** international cooperation, international organizations, international technical assistance, nuclear and radiation safety, scientific and technical programs and projects.