

Пропозиції
про відкриття відомчої тематики на 2023 рік та наступні роки
Інституту відновлюваної енергетики НАН України

1. Назва роботи: *«Особливості інтегрування комбінованих систем електропостачання на основі відновлюваних джерел енергії на рівнях системотвірних і розподільних мереж» (шифр: «Комплекс-Інтегро»)*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Найважливіші фундаментальні проблеми фізико-математичних і технічних наук

Науковий керівник роботи: *Кузнєцов Микола Петрович, д.т.н., с.н.с.,*
заступник директора з наукової роботи

Метою роботи, що пропонується, є забезпечення зростання частки відновлюваних джерел енергії в електроенергетичному балансі України за умови збереження надійності роботи енергосистем різного рівня локальності, зокрема Об'єднаної енергосистеми України, шляхом оптимізації структури та режимів роботи генеруючих та нових балансуєчих потужностей (систем накопичення енергії, паливних елементів та інших засобів).

Загальний план досліджень передбачає дослідження можливих сценаріїв розвитку відновлюваних джерел енергії, моделювання впливу систем балансування потужностей на роботу електроенергетичної системи та визначення оптимальних вузлів електричної мережі для підключення систем балансування, розрахунки технологічних параметрів використання різних джерел енергії, розроблення та опрацювання рекомендацій для практичних заходів з підвищення надійності забезпечення споживачів електричною енергією з відновлюваних джерел.

Актуальність роботи, що пропонується, визначається необхідністю реагування на ряд проблем, спричинених стрімким зростанням потужності вітрових та сонячних електростанцій при їх роботі у єдиному режимі з традиційними електростанціями. Ці проблеми пов'язані з особливостями генерування електричної енергії ВДЕ (мінливим характером) та дефіцитом високоманеврових регулюєчих потужностей в Об'єднаній енергосистемі України. Недостатня «гнучкість» енергосистеми та недосконалість алгоритмів врахування особливостей роботи при налаштуванні протиаварійної автоматики можуть в подальшому позначитись на надійності роботи енергосистеми та істотно уповільнити розвиток ВДЕ в Україні.

Соціально-економічна значимість НДР полягає в забезпеченні розвитку відновлюваних джерел енергії та систем балансування потужностей за умови збереження надійності електропостачання споживачів, безпечного функціонування енергосистеми та зниження технологічних втрат в електричних мережах.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

- розроблена математична модель для дослідження і визначення місць розташування генеруючої потужності, резерву енергосистеми в системотвірній і розподільній мережах, визначення їх обсягів з метою підтримки балансу потужностей в нормальних і аварійних режимах енергосистеми;

- визначені умови збереження надійності забезпечення споживачів електричною енергією;

- практичні рекомендації щодо урахування особливостей роботи вітрових та сонячних електростанцій при налаштуванні протиаварійної автоматики електроенергетичних систем.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані Міністерством енергетики України, Держенергоефективності України (при формуванні державної політики у сфері енергетики); ПрАТ «Національна енергетична компанія «Укренерго»; учбовими закладами МОН України (при розробці навчально-методичних матеріалів); ІВЕ НАН України при виконанні прикладних розробок, госпдоговірних робіт (для проєктних та енергогенеруючих підприємств різних форм власності), при розробці державних стандартів України, тощо.

2. Назва роботи: *«Розвинути і розробити методи аналізу електротеплового стану сонячних колекторів, фотобатарей і фототермічних модулів з урахуванням комплексу ускладнюючих факторів, обумовлених застосуванням нових функціональних матеріалів і концентраторів сонячного випромінювання»* (шифр: «Сонце-УФ»)

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Найважливіші фундаментальні проблеми фізико-математичних і технічних наук

Науковий керівник роботи: *Резцов Віктор Федорович*, член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф., заст. директора з наук. роботи

Метою роботи, що пропонується, є створення наукової бази аналізу особливостей електрофізичних і електротеплових процесів, що відбуваються в базових елементах фото- і геліоенергетичного обладнання, яка буде придатною для використання при розробці перспективних матеріалів для систем сонячної енергетики, обґрунтуванні нових технічних рішень в цій галузі і розробці нормативно-технічних рішень, включаючи державні стандарти України, необхідні для впровадження і використання результатів на практиці.

Загальний план досліджень передбачає розробку фізико-математичних моделей електрофізичних і електротеплових процесів в базових елементах фото- і геліоенергетичного обладнання з урахуванням тенденцій розвитку і результатів світових та вітчизняних досліджень в сонячній енергетиці. Результати досліджень сприятимуть підвищенню надійності та ресурсу

функціонування фото- і геліоенергетичного обладнання, а також дозволять скоротити час і вартість нових розробок в галузі сонячної енергетики.

Актуальність роботи, що пропонується, визначається необхідністю подальшого збільшення коефіцієнтів корисної дії систем промислової і побутової сонячної енергетики, що стрімко розвивається в Україні, забезпечення їх надійності та ресурсу функціонування. Для цього пропонуються нові матеріали і технології перетворення енергії сонячного випромінювання, що вимагає створення відповідної науково-технічної бази для раціонального їх використання на практиці.

Соціально-економічна значимість НДР полягає в тому, що використання результатів даної наукової роботи дозволить скоротити час і вартість нових розробок в галузі сонячної енергетики.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

1. Фізико-математичні моделі електрофізичних і електротеплових процесів, які відбуваються при взаємодії сонячного випромінювання з енергоперетворюючими елементами фото- і геліоенергетичного обладнання;

2. Методи розрахунку просторово-часового розподілу фізичних параметрів процесів взаємодії сонячного випромінювання з активними елементами систем сонячної енергетики, які визначають їх енергетичну ефективність та надійність функціонування;

3. Практичні рекомендації щодо використання результатів наукової роботи, які будуть корисними при обґрунтуванні нових технічних рішень та нормативно-технічних документів.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані Міністерством енергетики України, зокрема, Держенергоєфективності України (при формуванні державної політики у сфері енергетики); Мінрегіоном України, Мінекономіки України, Міноборони України (при розробці технічних та технологічних пропозицій); університетськими закладами МОН України (при розробці навчально-методичних матеріалів); при виконанні ІВЕ НАН України прикладних розробок, госпдоговірних робіт (для проєктних та енергогенеруючих підприємств різних форм власності); державних стандартів України тощо.

3. Назва роботи: *«Розробити наукові засади багатofакторного кадастру інформації для оптимізації розміщення в Україні підприємств вітроводневої енергетики» (шифр: «Вітроводень»)*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Найважливіші фундаментальні проблеми фізико-математичних і технічних наук

Науковий керівник роботи: *Кудря Степан Олександрович*, член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф., директор ІВЕ НАНУ

Метою роботи, що пропонується, є збір, упорядкування і аналіз даних про водневі технології, можливості масштабного впровадження водневих технологій для сумісного використання з ВЕС; розробка методики, комп'ютерної програми для формування багатofакторного кадастру інформації для оптимізації розміщення в Україні підприємств вітроводневої енергетики; оцінювання показників продуктивності вітроводневої енергетики; картографічна візуалізація використання вітрового енергетичного потенціалу України в процесах виробництва водню та математичні моделі процесів в автономній ВЕУ при її агрегуванні з водневим обладнанням.

Для реалізації поставлених завдань будуть використані методи енергетики, економічного аналізу, математичного моделювання, теорії ймовірностей, математичної статистики, метеорології, прогнозування, оптимізації, обчислювальної математики.

Актуальність роботи, що пропонується, визначається;

– необхідністю виконання Україною міжнародних зобов'язань щодо боротьби зі зміною клімату;

– необхідністю відмови від постачання енергоносіїв з Росії через агресію проти України;

– приєднання ОЕС України до європейської континентальної мережі ENTSO-E потребує підвищення енергоефективності, стабільності роботи енергосистеми та дотримання високих екологічних стандартів

Соціально-економічна значимість НДР полягає в тому, що розроблений в ході її виконання інструментарій сприятиме залученню в цю галузь інвестицій, що дозволить створити робочі місця не лише на самих вітроводневих підприємствах, а й на підприємствах машинобудування, металургії, будівництва, транспорту, хімічної промисловості, логістики тощо. Поліпшиться екологічна обстановка в Україні.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

1. Характеристики водневих технологій для сумісного використання з вітроелектростанціями та вимоги споживачів до автономних вітроводневих установок.

2. Інформаційна база багатofакторного кадастру для оптимізації розміщення в Україні підприємств вітроводневої енергетики та методика визначені можливостей кліматичних умов в забезпеченні автономних вітроводневих установок.

3. Методика використання даних багатofакторного кадастру для обґрунтування рішень щодо розміщення підприємств вітроводневої енергетики та методика аналізу технологічних схем автономних вітроводневих установок.

4. Оцінка для визначених територій України показників виробітку електроенергії вітроелектроустановками, представленими на сучасному ринку, показників виробництва зеленого водню, водні витрати, обґрунтування технологічних схем водопідготовки для автономних вітроводневих установок.

5. Оцінка та картографічна візуалізація всіх виконаних прогнозних розрахунків показників продуктивності вітроводневої енергетики, режими роботи енергетичного обладнання автономних вітроводневих установок.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані Міненергетики України, зокрема, Держенергоефективності України (при

формуванні державної політики у сфері енергетики); Мінрегіоном України, Мінекономіки України; профільними закладами Національної академії наук України; учбовими закладами МОН України (при розробці навчально-методичних матеріалів); при виконанні ІВЕ НАН України прикладних розробок та госпдоговірних робіт; державних стандартів України тощо.

4. Назва роботи: *«Наукові та технологічні засади використання енергії відновлюваних джерел для опріснення морської води» (шифр «Гідросистема»).*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Технології розроблення та використання нових видів палива, відновлюваних і альтернативних джерел енергії та видів палива. Технології використання скидних енергоресурсів. Теплонасосні технології.

Науковий керівник роботи: Васько Петро Федосійович, д-р техн. наук, завідувач відділом гідроенергетики Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук НАН України

Мета роботи: Розроблення наукових положень інтеграції електроенергії вітроелектричних та фотоелектричних станцій зі стохастичною генерацією потужності в технологічні процеси опріснення морської води в промислових масштабах для виробництва «зеленого» водню в Азово-Чорноморського регіону України, який характеризується високим енергетичним потенціалом вітру та сонячної інсоляції/

Загальний план досліджень передбачає застосування методів математичної статистики для визначення імовірнісних характеристик відновлюваних джерел енергії і електроенергетичних установок на їх основі, математичного моделювання нестационарних навантажувальних режимів роботи енергетичного обладнання технологічних схем опріснення морської води при електроживленні від вітроелектричних та фотоелектричних станцій, визначення техніко-економічних показників технологічних процесів опріснення морської води в промислових масштабах при використанні електроенергії вітроелектричних та фотоелектричних станцій для умов Азово-Чорноморського регіону України.

Актуальність роботи: Азово-Чорноморський регіон України характеризується значним потенціалом енергії вітру та сонячної інсоляції, особливо офшорної вітроенергетики, яка може бути використана для виробництва «зеленого» водню шляхом електролізу води з метою декарбонізації секторів економіки України (Біла Книга 2021. Офшорна вітроенергетика та “зелений” водень: відкриття нових меж енергетичної потужності України). Тому Україна була залучена до участі в європейській програмі «2x40 GW Green Hydrogen Initiative», відповідно до якої в країні передбачається спорудження 10 ГВт потужностей електролізерів для виробництва “зеленого” водню. Але на офшорних територіях відсутні джерела

прісної води, необхідної для живлення електролізерів, проте наявні потенційні можливості використання в електролізерах опрісненої морської води. Тому на часі проведення досліджень з використання енергії вітроелектричних та фотоелектричних станцій як для електроживлення електролізерів, так і для опріснення морської води в промислових масштабах для функціонування електролізерів.

Соціальна та економічна значимість: В контексті даного дослідження отримана опріснена вода слугує вихідним ресурсом (витратною речовиною) для виробництва «зеленого» водню. Тому соціальна та економічна значимість роботи полягає і повністю визначається аналогічними критеріями для кінцевого продукту технологічної ланки, а саме «зеленого» водню. Процес отримання водню електролітичним розкладом з опрісненої морської води з використанням електроенергії вітроелектричних та фотоелектричних станцій характеризується відсутністю викидів вуглецю в атмосферу і буде сприяти декарбонізації об'єктів енергетики, транспорту, побуту.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

1. Імовірнісні розподіли генерування електричної потужності відновлюваними джерелами для кліматичних умов Азово-Чорноморського регіону України та математичні моделі сумісної роботи енергетичного обладнання технологічних схем опріснення води при електроживленні від відновлюваних джерел енергії.

2. Техніко-економічні показники використання енергії відновлюваних джерел в технологічних схемах опріснення морської води в промислових масштабах для кліматичних умов Азово-Чорноморського регіону України.

3. Корисні моделі на технічні рішення з використання електроенергії відновлюваних джерел в технологічних схемах опріснення морської води.

Наукові та науково-практичні результати будуть використовуватись шляхом укладання договорів з інвесторами на створення в Україні пілотних та дослідно-промислових об'єктів з виробництва «зеленого» водню з використанням електролітичного розкладу опрісненої морської води. Планується передача результатів роботи в агентство Держенергоефективності, Міненерго, Міністерство розвитку громад та територій, Міністерство з питань реінтеграції тимчасово окупованих територій, Міністерство аграрної політики та продовольства України для розроблення та реалізації заходів стратегії водневої енергетики з метою декарбонізації секторів економіки країни.

5. Назва роботи: *«Розробити техніко-технологічні методи підвищення енергетичної ефективності геотермальних установок на основі дослідження теплових і гідродинамічних процесів систем видобування і використання геотермальних ресурсів (шифр: «Геотерм-3Д»)»*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Найважливіші фундаментальні проблеми фізико-математичних і технічних наук

Науковий керівник роботи: *Морозов Юрій Петрович*, д.т.н., с.н.с., завідувач відділу, Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

Метою роботи є розробка методичних рішень та технічних засобів на основі досліджень фізичних процесів системи видобування геотермальних джерел енергії, яка включає підземний проникний шар, заповнений геотермальним флюїдом, який містить розчинені хімічні сполуки, паливний газ та твердий скелет пласта і оточуючі його гірські породи, вертикальні або похилі геотермальні свердловини, систему інтенсифікації дебіту свердловини та наземне обладнання, що забезпечує ефективне використання геотермального теплоносія та його підготовку для зворотного закачування в підземні горизонти та енергетичну ефективність та екологічну безпеку цієї системи.

Результати досліджень за цією темою дадуть можливість будівництва геотермальних електростанцій та систем геотермального теплопостачання.

Кінцевим завданням роботи є обґрунтування спорудження дослідно-промислових геотермальних об'єктів для виробництва електроенергії та теплоти, які реалізують технологічні рішення і технічні розробки, отримані в результаті виконання роботи та визначення місць їх розташування.

Актуальність роботи, Теперішній стан розвитку геотермальної енергетики в Україні не відповідає сучасним вимогам розвитку цієї галузі та її потенційним можливостям.

Аналіз існуючого фонду свердловин, які містять термальні води показує, що існують об'єктивні обставини, які обумовлюють високі енергетичні можливості геотермальних джерел енергії. Термальні води - це в основному обводнені газові і нафтові родовища, тому вихідні дані, які базуються на дослідженнях існуючих свердловин є основою для визначення температури підземних водомістких пластів, пластового тиску, початкових фільтраційних властивостей пластів та хімічних властивостей термальних вод.

Енергетична ефективність використання геотермальних джерел енергії залежить від початкової температури геотермального теплоносія, дебіту геотермальної свердловини та енергетичних витрат на зворотне закачування відпрацьованого геотермального теплоносія. Технологія, яка забезпечує підвищення дебіту геотермальної свердловини, базується на процесах, які забезпечують покращення фільтраційних властивостей підземного проникного шару та інтенсифікації швидкості руху теплоносія в геотермальних свердловинах.

В зв'язку з цим, актуальною є розробка фізичних і математичних моделей, які враховують фільтраційні, теплові і гідродинамічні процеси системи видобування геотермальних джерел енергії.

Створення методів енергоефективних і екологічно-безпечних технічних та технологічних розробок для систем видобування та використання глибинної теплоти Землі на основі фізичних та математичних моделей дозволять визначити їх експлуатаційні параметри і стати основою проектування таких систем.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

1. Розробка методів визначення акумулюючої здатності водоносних проникних пластів та обґрунтування глибинних пластів для зворотнього нагнітання відпрацьованого геотермального теплоносія.
2. Дослідження процесів використання приповерхневих шарів Землі.
3. Розробка методів визначення енергетичного часткового відбору відпрацьованого геотермального теплоносія при застосуванні технології геотермальних циркуляційних систем.
4. Обґрунтування техніко-економічних показників систем видобування і акумулювання теплоти в приповерхневих шарах Землі.
5. Обґрунтування техніко-економічних показників систем видобування та використання геотермальних ресурсів.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані Міністерством енергетики України, зокрема, Держенергоєфективності України (при формуванні державної політики у сфері енергетики); Міністерством регіонального розвитку України, Міністерством економіки України, Міністерством оборони України (при розробці технічних та технологічних пропозицій); університетськими закладами МОН України (при розробці навчально-методичних матеріалів); при виконанні ІВЕ НАН України прикладних розробок, госпдоговірних робіт (для проектних та енергогенеруючих підприємств різних форм власності); державних стандартів України тощо.

6. Назва роботи: *«Розробити науково-технічні основи процесів перетворення біомаси для заміщення викопного палива на існуючих об'єктах енергетики з метою декарбонізації економіки» (шифр: «Біоенергія»)*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. – 31 грудня 2027 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Найважливіші фундаментальні проблеми фізико-математичних і технічних наук.

Науковий керівник роботи: *Клюс Володимир Павлович*, к.т.н., доц., с.н.с. Інституту відновлюваної енергетики НАН України.

Метою роботи, що пропонується, є удосконалення існуючих і розробка нових технологій виробництва відновлюваних газів (біометан, біоводень, генераторний газ) і торефікованого біопалива з біомаси для заміщення викопних палив та поступового переходу до низьковуглецевого розвитку держави. Досягнення поставленої мети планується здійснити шляхом створення сучасних експериментальних установок, проведення експериментальних досліджень та уточнення математичних моделей. За результатами досліджень буде підготовлена ескізна документація на пілотні біоенергетичні установки з виробництва відновлюваних газів і торефікованого біопалива потужністю до 0,5 МВт. Передбачається, що установка з виробництва відновлюваних газів (генераторний газ) буде комплектуватися когенераційною газопоршневою

електростанцією середньої потужності – торефіковане біопаливо буде використовуватися на ТЕЦ замість викопного вугілля.

Актуальність роботи, що пропонується відповідає європейському зеленому курсу, який передбачає поетапну відмову від викопних палив та заміщення їх альтернативними джерелами енергії з метою досягнення CO₂ нейтральної економіки та збереження клімату. Робота важлива для України, в якій є достатня кількість біомаси, придатної для енергетичного використання, але недостатньо розвинені технології газифікації та торефікації.

За нинішнього стану цін у світі на нафту та, особливо, природний газ вартість відновлюваних енергоносіїв на основі біомаси оцінюється в декілька разів меншою. А шкода, заподіяна природі викидами парникових газів з викопних палив величезна. Розвиток сучасних біоенергетичних технологій збільшить зайнятість сільського населення та сприятиме перекваліфікації працівників вугільної галузі.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть:

1. Математичні моделі теплотехнічних процесів, які відбуваються в процесі двостадійної газифікації біомаси з використанням парокисневого дуття;
2. Математичні моделі процесу зброджування органічних субстратів, який має місце в реакторі біогазових станцій;
3. Запатентовані конструкції газогенераторів та установок для виробництва торефікованого біопалива;
4. Методика розрахунку обладнання для виробництва відновлюваних газів (генераторного) та практичні рекомендації з його експлуатації;
5. Наукове обґрунтування режимних умов низькотемпературного спалювання солом'яних пелет та технічних рішень топкових пристроїв для його реалізації.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані Держенергоефективності України при формуванні державної політики у сфері переходу на низьковуглецевий курс економіки. Зазначені науково-технічні результати будуть сприяти створенню об'єктів децентралізованої енергетики на біомасі, насамперед у новостворених об'єднаних територіальних громадах для переходу на місцеві види палива.

7. Назва роботи: *«Розробити системи використання відновлюваних джерел енергії на основі нових засобів і технологій перетворення енергії» (шифр: «ВДЕ-Техно»)*

Строки виконання роботи: 01 січня 2023 р. - 31 грудня 2025 р.

Пріоритетний тематичний напрям наукових досліджень і науково-технічних розробок: Технології електроенергетики та теплоенергетики. Технології розроблення та використання нових видів палива, відновлюваних і альтернативних джерел енергії та видів палива. Технології використання скидних енергоресурсів. Теплонасосні технології.

Науковий керівник роботи: *Кудря Степан Олександрович*, член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф., директор інституту.

Метою роботи, що пропонується, є вирішення прикладної задачі екологічно чистого та надійного забезпечення електричною та тепловою енергією шляхом створення енергосистем, що базуються на використанні нових матеріалів і технологій перетворення відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) різних видів.

Загальний план досліджень передбачає: аналіз можливих змін структури генерації енергосистеми, обсягів та видів ВДЕ в структурі розподіленої генерації, розрахунковий аналіз і прогнозування обсягів та видів ВДЕ з урахуванням вимог до енергетичного переходу на безвуглецевій основі, опрацювання існуючих технічних пристроїв та розроблення пропозицій по їх вдосконаленню, уточнення математичних моделей та вдосконалення методології проектування генерувального обладнання, проведення експериментальних досліджень та практичне опрацювання пропонованих технічних рішень на діючих об'єктах відновлюваної енергетики в комбінованих системах енергопостачання.

Актуальність роботи, що пропонується, визначається необхідністю виконання Україною міжнародних зобов'язань щодо боротьби зі зміною клімату, необхідністю відмови від постачання енергоносіїв з Росії, потребою перегляду існуючих підходів до централізованого постачання та зростання ваги розосередженої генерації з використанням місцевих ресурсів, підвищення енергоефективності, стабільності роботи енергосистеми та дотримання високих екологічних стандартів.

Соціально-економічна значимість НДР полягає в запобіганні несприятливих станів для великих районів енергосистеми, що може призводити до великих економічних збитків та техногенних екологічних катастроф, адже заміщення викопного палива відновлюваною електроенергією впливає на обсяги маневрових генерувальних потужностей, а отже потребує зміни стратегії введення в дію резерву енергосистеми.

Основними результатами досліджень даної роботи будуть науково-технічні обґрунтування та практичні рішення стосовно систем енергопостачання з використанням відновлюваних джерел енергії різних видів, в тому числі енергії навколишнього середовища, автономно та у складі енергосистеми, з урахуванням новітніх технологій та засобів, перспектив удосконалення вимог до екологічної чистоти та економічної ефективності. Теоретичні засади та практичні.

Очікувані наукові та науково-практичні результати будуть використані при виконанні ІВЕ НАН України фундаментальних та прикладних досліджень, госпдоговірних робіт, розробці технічних та технологічних пропозицій, стандартів, тощо. Результати також будуть використані органами державної влади при формуванні політики у сфері енергетики, інститутами НАН України при наукових дослідженнях, учбовими закладами МОН України при розробці навчальних матеріалів.