

## **ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ ЗУСТРІЧАЄ СВОЄ 65-РІЧЧЯ**

В 2012 році виповнюється 65 років з дня заснування Інституту технічної теплофізики НАН України (ІТТФ) і 30 років, як його очолює академік НАНУ, Лауреат трьох Державних премій України в галузі науки та техніки А.А.Долінський.

Інститут створений в 1947 р. на базі Інституту енергетики АН УРСР і мав початкову назву "Інститут теплоенергетики". З 1964 р. переіменований в Інститут технічної теплофізики.

Тематика досліджень новоствореного інституту була пов'язана з удосконаленням теплових процесів двигунів внутрішнього згоряння, інтенсифікацією процесів теплообміну в різних технічних пристроях, з розробкою процесів перспективного енерготехнологічного використання наявних в Україні покладів бурого вугілля.

У різні роки науковий колектив інституту очолювали видатні вчені: академік АН УРСР І.Т.Швець, професор Г.М.Щоголев, академік АН УРСР В.І.Толубинський, професор Г.Л.Бабуха, член-кореспондент АН України О.А.Герашенко. З 1982 р. Інститут очолює академік Національної академії наук України А.А.Долінський.

На сьогодні Інститут технічної теплофізики НАН України – провідний в Україні центр у галузі тепломасообміну, теплоенергетики та енергозаощаджувальних теплотехнологій. Роботи інституту спрямовані на дослідження теплофізичних процесів, розвиток теорії теплопереносу, вимірювання теплових величин та на вирішення проблем підвищення енергоефективності при виробленні, транспортуванні та споживанні теплової енергії, комплексної модернізації об'єктів комунальної теплоенергетики та термомодернізації будівель з залученням до паливно-енергетичного потенціалу відновлювальних джерел енергії і місцевих видів палива.

У структурі інституту існує 13 наукових відділів, два Дослідно-конструкторських бюро, Дослідне виробництво, Інженерний центр «Сушка» та Експериментальний механічний завод тепломасообмінних апаратів. На базі інституту Постановою Верховної ради України створено «Технологічний парк «Інститут технічної теплофізики НАН України», президентом якого є академік НАНУ А.А.Долінський.

На цей час в інституті працює 450 співробітників, з них 1 – академік НАН України, 7 – члени-кореспонденти НАН України, 22 – доктори і 77 – кандидати наук. За роки існування інституту сформувався ряд наукових шкіл і напрямів, які відіграли найважливішу роль у галузі теплоенергетики та енергоощадних теплотехнологій. Засновниками найвідоміших наукових шкіл є академіки І.Т.Швець, О.Н.Щербань, В.І.Толубинський, О.О.Кремньов, А.А.Долінський, Є.П.Дибан та член-кореспондент О.А.Герашенко.

Багато праць учених інституту отримали високу оцінку, їх відзначено двома Державними преміями СРСР, одинадцятьма Державними преміями України, двома міжнародними преміями ім. О.В.Ликова, двома преміями Президентів України, Білорусі, Молдови, десятьма преміями ім. Г.Ф.Проскури НАНУ, чотирма преміями ім. В.І.Толубинського, Міжнародною премією Наукового Комітету НАТО. Більше 110 розробок інституту відзначені дипломами і медалями вітчизняних та зарубіжних виставок. Високий рівень праць інституту підтверджують отримані співробітниками інституту 1800 українських і зарубіжних авторських свідоцтв та патентів на винаходи.

Багатьом науковцям інституту присвоєні почесні звання: «Почесного винахідника» – чотирьом співробітникам, «Почесного енергетика України» – трьом співробітникам. Дванадцять співробітників нагороджені відзнаками Київської міської адміністрації, Київської торгово-промислової палати, низки міністерств та відомств. Двоє співробітників інституту удостоєно відзнаки «За наукові досягнення» Національної академії наук України (акад. А.А.Долінський, д.т.н.

Ю.О.Шурчкова), чл.-кор. А.А.Халатов та д.т.н. Т.Г.Грищенко удостоєні відзнаки НАН України «За підготовку наукової зміни».

Академіку А.А.Долінському присвоєно звання «почесного доктора» НТУУ «Київський політехнічний інститут», чл.-кор. А.А.Халатову – «почесного професора» Університету м. Кардіфф (Великобританія) та Університету штату Юта, м. СолтЛейкСіті (США), чл.-кор. Ю.Ф.Снежкіну – «почесного професора» Казахського інженерно-технологічного університету.

Троє науковців інституту носять високе звання «Заслуженого діяча науки і техніки» (акад. А.А.Долінський, чл.-кор. Н.М.Фіалко, д.т.н. Ю.О.Шурчкова), чотирьом співробітникам вручені Почесні грамоти Верховної Ради України.

Академіку А.А.Долінському Указами Президентів України присвоєні державні нагороди – Ордени «За заслуги» II та III ступенів, він також нагороджений орденом «Дружби народів», знаками «Почесний енергетик України», «Заслужений енергетик СНД», «Почесний працівник житлово-комунального господарства України», Почесною відзнакою Торгово-промислової палати України «Золотий знак Меркурій», медаллю ВАТ «Турбоатом» «За досягнення», званням «Лідер наливно-енергетичного комплексу України» за номінацією «Вчений» Всеукраїнського конкурсу.

Інститут технічної теплофізики НАН України тісно співпрацює з вищими навчальними закладами (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Національний авіаційний університет, Національний університет харчових технологій, Київський національний університет будівництва і архітектури), де науковці інституту викладають низку дисциплін. Члени-кореспонденти НАНУ А.А.Халатов та Н.М.Фіалко також завідують кафедрами в НТУУ «Київський політехнічний інститут».

Інститут активно пропагує свої наукові досягнення та розробки, приймаючи участь у науково-технічних виставках та конференціях, які проводяться як у нашій країні, так і за кордоном. Щорічно інститут проводить власних 5...7 наукових конференцій та представляє свої експонати в 8...10 виставках. За участь у міжнародних виставках та конференціях інститут отримав більше двох десятків дипломів та відзнак, в тому числі дипломи ГанOVERської міжнародної виставки (Німеччина), Міжнародної конференції «Високі технології XXI сторіччя», м. Москва та ін.

З 1979 року в інституті видається науково-технічний журнал «Промислова теплотехніка», який з 1996 року одержав статус Міжнародного. Англійська версія журналу тривалий час видавалася в США видавничим домом «Begell house, inc., Publishers». Основні результати робіт учених інституту відображено у більш ніж 120 монографіях, опубліковано у різних тематичних збірниках, статтях провідних українських та зарубіжних журналів.

В інституті функціонують дві Спеціалізовані вчені ради з захисту докторських та кандидатських дисертацій за п'ятьма спеціальностями. Співробітниками інституту захищено 44 докторських та 206 кандидатських дисертацій.

На базі інституту функціонують: Національний комітет з тепломасообміну, Комітет країн СНД з проблем сушіння, Секція «Енергозбереження та екологія в паливно-енергетичному комплексі» Науково-технічної ради Мінпаливенерго України, Наукова рада з проблеми «Теплотехнологія». ІТТФ НАНУ бере активну участь у розробці та реалізації Державних науково-технічних програм.

В ІТТФ НАНУ постійно діє виставка розробок інституту «Енерго- та ресурсозбереження», з експозицією якої знайомляться фахівці різних галузей господарства, студенти і викладачі вузів та технікумів, відповідальні працівники міністерств і відомств, депутати Верховної Ради України, зарубіжні гості та делегації.

Інститут є постійним учасником і організатором міжнародних наукових, науково-практичних конференцій та «круглих столів», комерційних спеціалізованих виставок, зокрема спільно з Торговельно-промисловою палатою України. Разом з установами інших країн створено спільні

науково-технічні Центри. Вони діють в США, Китаї, В'єтнамі. Інститут веде пошук нових перспективних форм співпраці з іноземними партнерами з залученням інвестицій для ефективного впровадження у виробництво високотехнологічних розробок.

Колектив інституту продуктивно працює над виконанням Державних науково-технічних програм з пріоритетних напрямів розвитку науки та техніки, зокрема з розробки Концепції Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики України, регіональних програм модернізації систем тепlopостачання, Концепції створення газових турбін нового покоління для газотранспортної системи України, творчо вирішує окремі завдання відповідно до Указів Президента України, Кабінету Міністрів та Постанов Верховної Ради України.

Значну увагу в інституті надають підготовці майбутньої зміни. В інституті проходять практику студенти технічних ВУЗів, а кращі з них залишаються працювати в інституті. Молоді вчені мають нагоду не тільки брати участь в міжнародних наукових конференціях, але і стажуватися за кордоном: у Росії, Польщі, Німеччині, Великобританії, США. Більше 50 молодих учених захоплюються спеціальними преміями інституту і адресними стипендіями імені видатних учених – засновників наукових шкіл, які присуджуються за творчі досягнення та успішну наукову роботу з розвитку нових фундаментальних напрямів інституту. Чотири молодих співробітника удостоєні стипендій Президента України та стипендій Кабінету Міністрів України.

Інститут є одним з небагатьох в системі Академії наук, де для молодих науковців на території інституту облаштовано гуртожиток на 60 осіб, що повністю вирішує житлові проблеми молоді на початку їх наукової діяльності і суттєво заощаджує кошти. Завдяки увазі щодо підготовки молоді зміни в останні роки суттєво збільшився відсоток молодих науковців, які залишаються працювати в інституті, і на цей час кожний третій співробітник інституту має вік до 35 років.

В урочищі мальовничої ріки Десна (поблизу селища Соколівка) також споруджено науково-оздоровчу базу з комплексом будинків котеджного типу, де співробітники інституту мають змогу не тільки оздоровитись, але і обговорити з колегами на наукових семінарах нагальні науково-технічні проблеми та можливі шляхи їх розв'язання.

Значну увагу керівництво інституту приділяє переведенню наукових досліджень на новий сучасний рівень з переоснащенням дослідницької бази, застосуванням новітнього обладнання, комп'ютеризацією досліджень. В інституті створена сучасна комп'ютеризована кабельна мережа, яка підключена до оптико-волоконної лінії зв'язку з можливістю виходу співробітників всіх відділів до світових інформаційних ресурсів та баз даних. Все це створює належні умови для плідної творчої праці науковців інституту. Співробітниками інституту лише за останні 4 роки підготовлено та успішно захищено 20 кандидатських та 3 докторські дисертації.

Серед основних наукових напрямів, що активно розвиваються в інституті впродовж трьох останніх десятиріч, є дослідження процесів тепломасопереносу та створення на їх основі нових енергоощадних та ресурсозберігаючих теплотехнологій. Засновниками і керівниками даного напрямку робіт є академіки О.О.Кремньов та А.А.Долінский.

Ефективним та, в значній мірі, універсальним методом управління процесами тепломасообміну в гетерогенних системах є розроблений в інституті під керівництвом академіка НАНУ А.А.Долінського метод дискретно-імпульсного введення енергії (ДІВЕ). Суть цього методу полягає в акумуляції в робочому об'ємі апарату з гетерогенним середовищем теплової чи потенційної механічної енергії та миттєвій її трансформації в кінетичну – імпульсну в часі і дискретну в просторі. Енергія підводиться безпосередньо до межі розділу фаз, де ініціюються ударні хвилі, кумулятивні струмені, міжфазна турбулентність, кавітація. Енергоощадна властивість цього методу досягається високим рівнем питомої потужності, локальним характером процесу і завдяки цьому різким скороченням втрат від дисипації енергії у всьому об'ємі апарату.

На основі принципу ДІВЕ в інституті розроблено десятки інноваційних технологій, пов'язаних

з подрібненням і гомогенізацією гетерогенних середовищ та інтенсифікацією масообмінних процесів, а також створено принципово нові класи апаратів (зокрема роторно-пульсаційні різних модифікацій) для здійснення різноманітних технологічних операцій.

На основі принципу ДІВЕ вперше запропоновано спосіб, технологію та технологічне обладнання отримання везикулярних ліпідних наноструктур в промислових умовах, заснований на можливості управління механізмом самоорганізації ліпідних наноструктур в умовах дисипативного стану гетерогенної системи за рахунок дискретно-імпульсного введення енергії. Встановлені раціональні теплотехнологічні режими оброблення складних гетерогенних середовищ методом ДІВЕ для утворення ліпідних наноструктур з розміром від 25 нм до 100 нм, а також від 200 нм до 500 нм.

Ефективність дії везикулярних форм цитостатиків і нанопорошків оксидів заліза, отриманих методом ДІВЕ, перевірена в Інституті експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Е.Кавецького НАНУ. Дослідження на культурі клітин показали збільшення цитотоксичної активності в 2...3 рази.

Також встановлено, що оброблення води методом ДІВЕ за термовакuumною технологією призводить до аномально високих значень водневого показника (рН) і довготривалого (до 2-х років) збереження цього стану, що може знайти широке застосування в харчовій промисловості.

Всього на основі практичної реалізації принципу ДІВЕ розроблено понад 50 зразків обладнання, 17 комплексних технологічних ліній. Загальна кількість впроваджених на виробництві установок перевищує 1000 одиниць, що дає значну економію палива, сировини, металу. Лише по даному науковому напрямку одержано 76 патентів та авторських свідоцтв (акад. Долінський А.А., д.т.н. Шурчкова Ю.О., чл.-кор. Басок Б.І., Кремньов В.О., Гартвіг А.П. та ін.).

Ідею цього методу було також використано при розробці технології отримання рідкого замінича молока, впровадженої в 600 господарствах України та країн СНД і удостоєної в 1984 р. Державної премії УРСР (акад. Долінський А.А., д.т.н. Шурчкова Ю.О. та ін.).

У 1997 році за роботу "Створення та впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій та устаткування на основі принципу дискретно-імпульсного введення енергії" авторський колектив інституту нагороджено Державною премією України в галузі науки та техніки.

В 2005 році за розробку нових теоретичних і експериментальних методів дослідження процесів тепломасопереносу та їх використання у промислових технологіях академіка А.А.Долінського нагороджено премією імені академіка О.В.Ликова Національної академії наук Білорусі.

Розроблені в інституті методи високотемпературного сушіння матеріалів високовологим теплоносієм та пародепресивного сушіння були використані при створенні та впровадженні високоінтенсивних сушарних установок у промисловості будматеріалів, при виробництві харчових продуктів, тканин, віскозного шовку та ряду інших матеріалів. Технологію швидкісного сушіння шовковичних коконів з застосуванням пародепресивного методу було прийнято для технічного переозброєння всієї галузі у колишньому СРСР, організовано серійне виробництво устаткування та впроваджено більше 1100 установок, за допомогою яких процес сушіння прискорений в 3...4 рази та відчутно збільшений вихід шовку-сирцю (д.т.н. В.Р.Боровський, к.т.н. Л.М.Грабов, к.т.н. М.Д.Коросташ).

Закритою постановою ЦК КПРС в 60-х роках минулого сторіччя у період вкрай напруженої політичної ситуації в світі (Карибська криза) в країні на базі випарювально-сушильного агрегату ИСА-200 була створена індустрія отримання стратегічно важливого для країни продукту – сухих замінників крові, поліглюкіна Л-103 тощо (акад. Долінський А.А., Малушенко А.Т., Гартвіг А.П. та ін.). Ідею випарювально-сушильного зневоднення розчинів в одному агрегаті було реалізовано в серії апаратів (ИСА-7, ИСА-200, ИСАР-500, ИСАР-7 та ін.) та впроваджено у медичну, харчову і хімічну промисловість (більше 100 агрегатів) в колишньому СРСР та інших країнах. Це дало



змогу в 2...3 рази знизити енерговитрати на сушіння та підвищити якість продукції.

Розроблено технологію та устаткування для безвідходної переробки яблучних вичавок на порошки, а також отримання з них харчових продуктів. В 1984 р. роботу удостоєно Державною премією СРСР (д.т.н. В.Р.Боровський, чл.-кор. Ю.Ф.Снежкін, к.т.н. Л.М.Грабов). Створено та впроваджено сім типорозмірів технологічних ліній, у В'єтнамі організовано спільні з Україною два підприємства з переробки на порошки тропічних фруктів. В 2006 р. цикл робіт зі створення порошкових композицій оздоровчого харчування удостоєно Державної премії України в галузі науки та техніки (чл.-кор. Ю.Ф.Снежкін, д.т.н. К.Д.Малецька).

Дослідження розпаду струменя на краплі в умовах дії зовнішніх гармонійних коливань дало змогу вперше у світовій практиці розробити новий тип диспергаційного пристрою, що забезпечив отримання монодисперсних систем крапель при подрібненні рідин, створити промислові конструкції віброгрануляційного обладнання для установок монодисперсної грануляції продуктів, розробити інженерну методику їх розрахунку. Системи монодисперсної грануляції азотних добрив широко впроваджено на підприємствах галузі. Цю роботу в 1983 році удостоєно Державної премії УРСР в галузі науки та техніки (акад. О.О.Кремньов, к.т.н. Ю.С.Кравченко, М.Д.Буцький).

В інституті на основі нових більш ефективних процесів гідродинамічного подрібнення, гомогенізації та екстракції багатокомпонентних середовищ із застосуванням нестандартного тепломасообмінного обладнання розроблено ряд нових технологій отримання порошкових продуктів та нові препарати для дитячого та оздоровлювального харчування. Вперше в Україні у співпраці з Інститутом педіатрії, акушерства та гінекології АМН України в рамках Державної програми «Діти України» розроблено принципово нову енергозощаджувальну технологію і обладнання для виробництва гіпоалергійного продукту з гідролізованим білком для лікувального харчування дітей грудного та раннього віку. Новий продукт за показниками якості і безпеки відповідає рівню кращих світових продуктів для дитячого харчування при нижчій вартості в 2...3,5 рази. Під керівництвом к.т.н. Н.О.Шаркової розробку впроваджено на ВАТ «Хорольський молочноконсервний комбінат дитячих продуктів».

Пріоритетним напрямком наукової діяльності інституту є також дослідження теплофізичних процесів, що відбуваються в теплоенергетичному устаткуванні з метою створення ефективних систем його теплового захисту. В інституті такі дослідження проводились стосовно газотурбінних двигунів і установок, а також двигунів внутрішнього згоряння. Дослідження закономірностей і механізмів процесів конвективного однофазного теплообміну в ускладнених умовах, характерних для теплотехнічного і особливо турбінного устаткування, здійснювались в інституті під керівництвом академіків І.Т. Швеця та Є.П. Дибана. Науковою базою цих робіт послужив комплекс теоретичних та експериментальних досліджень теплообміну в умовах, характерних для таких об'єктів, – в полях дії великих масових сил, в сильно турбулізованих та пульсуючих потоках, в струменевих течіях і т.п. На основі комплексу таких досліджень був створений банк експериментальних даних по закономірностях процесів теплообміну і гідродинаміки в системах повітряного охолодження ГТУ та ГТД.

В результаті багаторічних спільних робіт з КБ провідних енергомашинобудівних підприємств розроблено способи охолодження деталей газових турбін та методи їх інженерного розрахунку, узагальнені в монографії чл.-кор. Є.П.Дибана та акад. І.Т.Швеця і в тритомних «Руководящих указаниях». Ці матеріали стали основними посібниками для конструювання систем повітряного охолодження. Розроблено методи охолодження деталей двигунів внутрішнього згоряння. Спільно з КБ енергомашинобудівних підприємств розроблено системи охолодження практично всіх, що серійно випускались в колишньому СРСР, стаціонарних ГТУ, ряду авіаційних і суднових ГТД та транспортних двигунів внутрішнього згоряння. Тільки на газоперекачувальних станціях магістральних газопроводів працює більш ніж 500 таких ГТУ. Роботи із створення та впровадження систем



*Головний корпус ІТТФ НАН України по вул. Желябова, 2а, м. Київ*



*а)*

*б)*

*Установки ІТТФ НАН України для отримання:  
а) м'яких комбінованих лікарських препаратів; б) галенових препаратів*



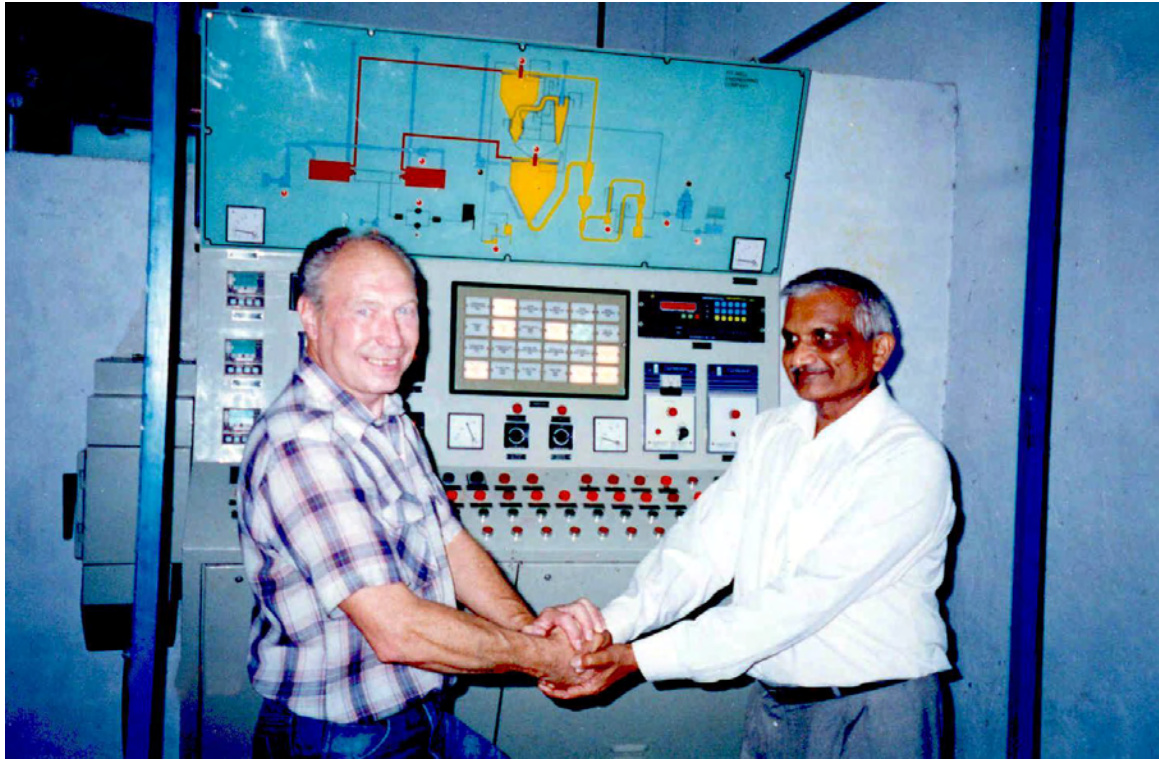


*Партія вакуумних гомогенізаторів, виготовлених заводом «Більшовик», готова до відправки на підприємства харчової промисловості*



*Водогрійний водотрубно-димогарний котел КВД-0,63 Гн теплопродуктивністю 0,63 МВт для потреб опалення та гарячого водопостачання, розроблений в ІТТФ НАН України*





*Рукоштовискання під час пуску випарювально-сушильного агрегату, Індія, 1986 р*



*Керівники міністерств та відомств знайомляться з розробками ІТТФ НАН України на виставці в інституті*





*Вручення Генеральним секретарем НАТО лордом Дж. Робертсоном першої міжнародної премії Наукового комітету НАТО, Брюссель, 2002 р. (другий зліва – чл.-кор. НАН України А.А. Халатов)*



*Під час вручення Державної премії України в галузі науки та техніки колективу авторів у Маріїнському палаці 1997 р., Київ*

теплового захисту високотемпературних двигунів удостоєні Державної премії УРСР в галузі науки та техніки (1986 р.) (акад. Є.П.Дибан, д.т.н. М.В.Страдомський, д.т.н. Е.Я.Епік, чл.-кор. В.М.Клименко, д.т.н. Б.Д.Білека та ін.).

Спільно з провідними конструкторськими і проектними організаціями України розроблено проект концепції Державної програми створення газотурбінних двигунів нового покоління для газотранспортної системи України (чл.-кор. А.А.Халатов та ін.).

У співпраці з Інститутом електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України розроблено високоефективні системи внутрішнього конвективного охолодження турбінних лопаток, а також методи захисту лопаток шляхом нанесення на їх поверхню багат шарових покриттів матеріалами з необхідними теплофізичними властивостями. Використання таких покриттів у новому тривальному ГТД НВО "Труд" дало змогу збільшити ресурс лопаток у 3 рази. Ці роботи виконувалися під керівництвом і за участю чл.-кор. НАНУ В.М.Клименка.

Комплекс робіт з розробки ефективних профілів оребрення теплопередавальних поверхонь дав змогу (спільно з ІЕЗ ім. Є.О.Патона) розробити та впровадити в енергетику велику кількість високоефективних теплообмінників різного призначення: сепараторів-пароперегрівачів, підігрівачів, теплообмінників для утилізації теплоти вихлопних газів, котлів-утилізаторів тощо (акад. В.І.Толубінський, Н.В.Кукушка, к.т.н. В.В.Трепутньов).

Під керівництвом чл.-кор. НАНУ А.А.Халатова проведено значний цикл досліджень з тепломасообміну та гідродинаміки однофазних та двофазних потоків у полях відцентрових масових сил. Вперше сформульовано умови подібності внутрішніх закручених потоків та їх стійкості, створено принципово нові методи розрахунку закручених потоків в каналах, які перевершують існуючі за точністю (чл.-кор. А.А.Халатов, чл.-кор. А.О.Авраменко, к.т.н. І.В.Шевчук).

Фундаментальна багатотомна монографія «Теплообмін та гідродинаміка в полях відцентрових масових сил», дев'ять томів якої вийшли з друку в 1996-2011 р.р., за повнотою та науковою новизною представлених в ній матеріалів перевершує всі сучасні видання в даній галузі.

Фундаментальні роботи тісно пов'язані з прикладними дослідженнями в галузі енергомашинобудування, теплотехніки та теплоенергетики. Так, для енергомашинобудування розроблено нові технології осцилюючого плівкового охолодження, вихрові технології управління відривом потоку та вторинними течіями в турбомашиних. Інноваційна технологія внутрішнього циклонного охолодження лопаток турбомашин, розроблена в ІТТФ, вперше була застосована фірмами США та Великобританії. В даний час вона прийнята для використання в організації «Зоря»–«Машпроект» (Україна) при створенні потужних енергетичних газових турбін.

За комплекс робіт у галузі інноваційних систем охолодження лопаток газових турбін чл.-кор. НАН України А.А.Халатов удостоєний першої міжнародної премії Наукового Комітету НАТО, за заслуги у розвитку аерокосмічної техніки нагороджений медаллю РосАвіакосмосу «40 лет полета Ю.А.Гагарина в космос», за створення та впровадження в практику газотурбінних двигунів спеціального призначення 3-го та 4-го покоління (у складі колективу ДП НВКГ «Зоря»–«Машпроект») удостоєний Державної премії України в галузі науки та техніки (2010 р.).

Виконано значний цикл прикладних робіт в аерокосмічній та авіаційній техніці, підтриманий рішеннями директивних органів. Рекомендації з охолодження високотемпературних соплових апаратів з інтенсивними вихровими структурами використано при модернізації системи охолодження газової турбіни бойового літака СУ-27 та його модифікацій. Для КБ «Південне» (Україна) обґрунтовано умови термостабілізації приладових відсіків ракетних комплексів, для Ракетного Центру ім. В.П.Макеєва (Росія) виконано роботи за програмою стратегічної системи підводного флоту «Тайфун». Для КБ ім. П.О.Сухого (Росія) розроблено вихровий принцип зменшення «теплової помітності» високотемпературних вихідних струменів силових установок літальних апаратів.



В інституті розробляються методи розрахунку гідродинаміки, тепломасообміну і нестійкості мікро- та нанотечій. Мікротечії досліджують на основі методу решіток Больцмана та рівнянь Нав'є-Стокса та Фур'є-Кірхгоффа з прослизанням. Нанотечії розраховують з використанням методів молекулярної динаміки та динаміки дисипативних часток. На основі симетрій (груп Лі) побудована теорія ламінарного та турбулентного пограничного шару нанорідини. Моделі турбулентності побудовані на базі ренормгрупового підходу (чл.-кор. А.О.Авраменко).

Успішно розвивається в інституті науковий напрям, пов'язаний з розв'язанням обернених задач теплообміну. До найцікавіших з них можна віднести задачі визначення умов теплообміну на теплонавантажених поверхнях лопаток і вузлів газотурбінних двигунів та теплообмінних апаратів, визначення теплофізичних характеристик теплозахисних матеріалів в експлуатаційних умовах їх нагрівання, визначення теплових потоків та теплового стану виробів при струменевому охолодженні і кипінні та ін.

Під керівництвом завідувача відділу проф. П.Г.Круковського на основі нових методів та комп'ютерних технологій розв'язуються практичні прямі та обернені задачі тепломасопереносу у найзагальнішій постановці. На їх основі проведені теплофізичні розрахунки для оцінювання вогнестійкості залізобетонних та металевих тримальних конструкцій трибун і навісу над трибунами стадіону НСК "Олімпійський" (м. Київ) при можливих сценаріях пожеж. Результати роботи використано для проектування систем протипожежного захисту тримальних конструкцій при реконструкції НСК "Олімпійський" до футбольного чемпіонату Євро-2012. В 2010 р. фахівцями ІТТФ виграно міжнародний тендер, за яким на основі розроблених комп'ютерних моделей виконуються роботи з проектування нового безпечного конфайнменту над зруйнованим блоком Чорнобильської АЕС. В 2011 р. проф. П.Г.Круковський за представленням експертів НАН України ввійшов до складу 10-ти найавторитетніших вчених країни спецпроекту «100 самых авторитетных людей Украины».

До числа перспективних проблем відноситься і розроблена проф. В.Г.Носачем пропозиція про підвищення ККД теплотехнічних установок шляхом термохімічної регенерації. За допомогою термохімічної регенерації ККД може бути підвищений для ДВЗ – на 7...12 %, для ГТУ – на 5...10 %, для ТЕЦ – на 4...15 %, для промислових печей – на 20...30 %.

Інститут є однією з провідних організацій у галузі досліджень теплообміну при змінненні агрегатного стану речовини та використанні результатів цих досліджень для вдосконалення устаткування паротурбінних та атомних електростанцій. Під керівництвом фундатора цих робіт – акад. В.І.Толубінського проведено цикл робіт з фізики кипіння та теорії теплообміну при кипінні. Проведено значний цикл робіт з теплофізики водоохолоджувальних ядерних реакторів, виконано численні експериментальні роботи з криз кипіння у трубах, кільцевих каналах та пучках стержнів різної конфігурації з рівномірним та нерівномірним обігрівом у широкому діапазоні визначальних параметрів та геометричних розмірів. Отримані співвідношення ввійшли до «Руководящих технических материалов» з теплогидравлічного розрахунку теплообмінного обладнання атомних електростанцій (акад. В.І.Толубінський, д.т.н. Є.Д.Домашов). Зараз проведено модернізацію унікального, єдиного в Україні теплогидравлічного стенду високих параметрів, встановлено сучасне вимірювальне обладнання, що дозволило виконати цикл фундаментальних робіт з визначення механізмів кипіння рідини в теплонапружених каналах, що моделюють канали активної зони водоохолоджувальних ядерних реакторів (чл.-кор. НАНУ Авраменко А.О., Антіпов В.Г.).

Важливим науковим напрямом інституту є гірничо теплофізика. Роботи в цій галузі починалися під керівництвом академіка О.Н.Щербаня. Прикладні роботи пов'язано зі створенням нових та вдосконаленням існуючих систем кондиціонування повітря та управління за тепловим чинником вентиляційним режимом глибоких шахт, метрополітенів та інших підземних споруд, розробкою апаратури для дослідження температури, теплофізичних та масообмінних характеристик гірських

порід. На підставі цих робіт створено потужні установки для кондиціонування повітря копалень глибоких шахт Донбасу та ряду інших копалень, розроблено проекти систем кондиціонування для унікальних підземних споруд. Комплекс робіт в цій галузі удостоєно Державної премії СРСР (1969 р.).

З початку 50-их років в інституті виконувались роботи з нового наукового напрямку – теплотетрії, засновником якого був чл.-кор. АН УССР О.А.Герашенко. Протягом сорока років творчої діяльності О.А.Герашенка (1951 – 1991 рр.) та очолюваного ним колективу створено теорію первинних термоелектричних перетворювачів теплового потоку виду допоміжної стінки (ПТП), технологію та технологічне обладнання для виробництва біметалевих ПТП, методи й засоби для метрологічного забезпечення теплових вимірювачів та вирішено різноманітні прикладні задачі. При цьому розроблено прилади та системи для прецизійних вимірювань теплофізичних характеристик матеріалів і речовин та терморадіаційних характеристик поверхонь і покриттів, енергетичних ефектів у фізико-хімічних та біологічних процесах, теплотехнічних характеристик і параметрів в теплоенергетиці та будівництві, харчовій та переробній промисловості, у космосі та атомній технології тощо. Усі ці розробки знайшли широке застосування в різних галузях народного господарства.

В останні два десятиріччя подальший розвиток теплотетрії спрямований на створення нових типів ПТП, включаючи теорію генерування корисного сигналу у гальванічних багатошарових ПТП і малоінерційних ПТП з коригувальною термобатареею та технологію їх виготовлення; на розроблення теплотетричних методів й приладів для контролю тепловтрат крізь огорожувальні конструкції апаратів, обладнання та споруд, а також якості теплоізоляції та визначення витікання теплоносія та інтегральних тепловтрат на магістральних тепломережах; регулювання по тепловому параметру різних технологічних процесів.

Досягнення теплотетрії, електроніки та метрології теплототокових вимірювань дали змогу розробити гаму сучасних метрологічно атестованих приладів та комп'ютеризованих систем і комплексів для вимірювання теплових величин, зокрема, з метою мінімізації тепловтрат на всіх етапах від виробництва теплоти на теплогенеруючих підприємствах та її передавання по теплопроводах до використання різноманітними споживачами.

Так, для забезпечення ефективності та оптимізації процесів виробництва теплоти розроблено новий бомбовий кондуктивний калориметр КТС для вимірювання теплоти згоряння та оцінення якості палива; радіометри РАПП-5, РАП-12 для контролю опромінення теплонапружених ділянок топчного простору котлів; прилади типу ИТП для оперативного контролю тепловтрат та комп'ютеризований універсальний вимірювальний комплекс «Ресурс» для довготривалих вимірювань тепловтрат крізь обмурівку та теплоізоляційні конструкції котлоагрегатів і визначення місць пошкоджень трубо- та паропроводів.

Для теплового контролю на етапі передавання теплоти по теплопроводах створені комп'ютеризовані системи ИМРТ-1 та «ТРАССА» для вимірювання перепадів температури на подовжених ділянках підземних магістральних тепломереж і фактичних інтегральних тепловтрат під час експлуатації без відключення споживача.

З метою сприяння ефективності використання теплоти різними споживачами розроблена апаратура для вимірювання коефіцієнта теплопровідності теплоізоляційних і будівельних матеріалів з високою точністю (прилади ИТ-7С, ИТ-8), а також для контролю теплозахисних властивостей теплоізоляційних оболонок будівель і споруд у лабораторних та натурних умовах: прилади типу ИТП нового покоління для оперативних вимірювань та низка комп'ютеризованих вимірювальних комплексів (наприклад, Ресурс-С) – для довготривалих безперервних вимірювань, одночасно у багатьох точках обстежуваного будинку.

Накопичений в ІТТФ, більше ніж півсторічний, досвід зі створення приладів для прямих



вимірювань густини теплового потоку, температури, теплових параметрів і теплофізичних характеристик дозволяє на сучасному етапі успішно вирішувати численні практичні завдання, що виникають у зв'язку з впровадженням заходів із енергоефективності та ресурсозбереження в різних галузях народного господарства, зокрема в комунальній теплоенергетиці та будівництві.

Для забезпечення єдності та вірогідності теплових вимірювань в Україні фахівцями ІТТФ створено первинний еталон одиниці поверхневої густини теплового потоку, а також низка державних нормативних документів енергозощаджувальної спрямованості: чотири державних (ДСТУ) і 21 національних стандартів, згармонізованих з міжнародними (ISO), європейськими (EN) і російськими (ГОСТ) стандартами, та методики вимірювань.

За роки розвитку наукового напрямку – теплотерії – створено більше ніж 200 типів і моделей первинних перетворювачів теплового потоку та температури і теплофізичних приладів на їх основі. Загалом впроваджено на різних підприємствах, зокрема теплоенергетичного профілю, близько 20 тисяч первинних перетворювачів, пристроїв, приладів, установок та інформаційно-вимірювальних систем. Комплекс виконаних робіт з теплотерії ввійшов складовою частиною в роботу ІТТФ, відзначену Державною премією України в галузі науки та техніки в 2004 році (Воробйов Л.Й., Грищенко Т.Г., Декуша Л.В.).

В інституті виконувались розробки засобів безконтактного і контактного вимірювання температур, тиску та швидкості газових потоків в роторах турбін з метою комплексних експериментальних досліджень систем охолодження газотурбінних двигунів в реальних умовах їх роботи. Були створені безконтактні струмоздіймачі індукційного типу для вимірювання температур з використанням термоелектричних датчиків і безконтактні передавачі тиску компенсаційного типу (чл.-кор. Клименко В.М.), вимірювачі швидкостей газових потоків з використанням принципу термоанемометра (д.т.н. Епик Е.Я.), а також ряд струмоздіймачів контактного типу з кількістю каналів передачі інформації від 6 до 60 і здатних тривалий час працювати при частоті обертання до 50 тис. обертів на хвилину (к.т.н. Хавін В.Ю.). Дана апаратура широко застосовувалась практично на всіх підприємствах газотурбобудування при створенні новітніх двигунів.

Проблема зниження рівня споживання енергетичних ресурсів поставила перед ученими нові завдання. Науковці інституту на цей час активно працюють над створенням концепцій істотного зниження споживання енергоресурсів житлово-комунальним комплексом країни, регіональних концепцій щодо модернізації енергогосподарств областей та регіонів (Автономна Республіка Крим, Донецька область).

За останні роки науковцями інституту проведено системний аналіз техніко-технологічного стану комунальної теплоенергетики України, розглянуто заходи щодо її комплексної модернізації, оцінено економію природного газу і зменшення обсягів викидів шкідливих речовин в результаті здійснення цих заходів.

Розроблено Концепцію Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики України, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 02.04.2009 № 440-р, Державну цільову програму модернізації комунальної теплоенергетики України, проекти якої передано до Міністерства з питань житлово-комунального господарства України. Основні положення цього проекту ввійшли до Державної цільової економічної програми модернізації комунальної теплоенергетики на 2010-2014 роки, яка схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 04.11.2009 №1216-п. Метою програми є мінімізація витрат паливно-енергетичних ресурсів у комунальній теплоенергетиці, зокрема зменшення на 30 % обсягу споживання природного газу шляхом його економії та заміщення альтернативними видами палива (акад. Долінський А.А., чл.-кор. Басок Б.І., к.т.н. Базєєв Є.Т., к.т.н. Чайка О.І. та ін.)

Створено Порядок розроблення регіональних програм модернізації систем тепlopостачання, яку схвалено постановою Кабінету Міністрів України від 02.04.2009 №401-п. Вже розроблено

24 регіональні програми, зокрема 9 – за участю ІТТФ НАНУ. Виконання лише однієї з таких програм – «Реабілітація і модернізація комунальної теплоенергетики Донецької області» дозволило підприємству Донецьктеплокомуненерго заощаджувати щорічно понад 30% природного газу вже через чотири роки після початку її реалізації. Підприємством Донецьктеплокомуненерго вперше в Україні реалізована схема залучення коштів Кіотського протоколу для фінансування таких робіт з модернізації комунальної теплоенергетики.

В ІТТФ НАНУ проводяться теоретичні та експериментальні дослідження технологій виробництва енергії з біомаси (к.т.н. Гелетука Г.Г.). Досліджено механізми горіння біомаси в котлах ретортного типу (к.т.н. Жовмір М.М.). Розроблено конструкції низки котлів для спалювання тюкованої соломи потужністю 100, 250, 350 та 500 кВт. На їх основі виготовлено перші три котли, які вже впроваджені в сільській місцевості України. Розроблено та запроєктовано системи збору біогазу з полігонів твердих побутових відходів. Створено лабораторію для дослідження процесу утворення біогазу при анаеробній ферментації біомаси рослинного та тваринного походження (к.ф.-м.н. Матвеев Ю.Б.). За замовленням НАЕР розроблено розділ «Біомаса» Атласу енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні (к.т.н. Железна Т.А.).

Одним з ефективних шляхів розв'язання проблем енергозбереження є створення та впровадження ефективних теплових насосів, які реалізують процес перенесення низькотемпературної теплоти, не придатної для прямого використання, на більш високий температурний рівень. Практично невичерпним джерелом енергії для теплових насосів є теплота промислових вторинних енергоресурсів, побутових стоків, навколишнього середовища (повітря, водний басейн, ґрунт). Теплові насоси можуть бути застосовані для отримання гарячої води для опалювання, гарячого водопостачання та інших цілей.

В інституті накопичено більш як 40-річний досвід дослідження та створення теплонасосних установок сорбційного та компресійного типу. Розроблено різні модифікації сорбційних теплових насосів для промислових технологічних процесів, а також для систем теплопостачання комунальних об'єктів. Створено та впроваджено в серійне виробництво перший в СРСР дво-ступінчатий бромистолітєвий термотрансформатор для виробництва холоду холодопродуктивністю 3000 кВт, в якому застосовано ефективне технічне рішення – енергоефективний робочий цикл зі ступінчастою регенерацією розчину, що в 1,6 рази понижує споживання первинної теплової енергії та приблизно на 40 % зменшує витрати охолоджувальної води. Для низки підприємств, з метою досягнення максимального ефекту від використання абсорбційних термотрансформаторів, отримано оригінальні технічні рішення щодо їх включення в технологічні схеми виробництва, які захищено патентами.

В інституті виконуються дослідження щодо створення теплонасосних установок для комунальних об'єктів, які працюють з використанням відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної. Виконано великий обсяг теоретичних та експериментальних досліджень з пошуку нових робочих тіл для цих систем. Різні модифікації розроблених в ІТТФ теплонасосних агрегатів конденсаційного типу впроваджено у республіці В'єтнам, низці підприємств України, зокрема теплонасосна зерносушарка, теплонасосна сушарна установка для термолабільних матеріалів, осушувальний теплонасосний агрегат для лінії переробки поліетилентерефталата та ін. (чл.-кор. Снежкін Ю.Ф., к.т.н. Чалаєв Д.М.).

Інститутом розроблено енергозаощаджувальні системи теплопостачання об'єктів комунальної енергетики на базі теплових насосів з використанням теплоти стічних вод, вентиляційних викидів, теплоти вторинних енергоресурсів. В м. Краматорську науковцями ІТТФ впроваджено першу в Україні промислову теплонасосну установку для гарячого водопостачання потужністю 1,5 МВт (чл.-кор. Снежкін Ю.Ф., к.т.н. Чалаєв Д.М.). Запропоновано комплексний ексерготехнологічний та ексерготеплотехнічний підхід до оцінення ефективності систем утилізації теплоти енергетич-



них установок і на його основі розроблено рекомендації щодо створення та застосування нових прогресивних схем утилізації теплових викидів котлоагрегатів, промислових печей та двигунів внутрішнього згоряння (чл.-кор. Фіалко Н.М.).

Розроблено наукові основи створення ґрунтових акумуляторів великої теплової ємності. Розв'язано задачі щодо визначення оптимальних розмірів та форми акумулятора залежно від наявності теплоізолюючого верхнього щита. Проаналізовано технологічні та вартісні показники ґрунтових теплообмінників різних типів (чл.-кор. Басок Б.І., д.т.н. Накорчевський А.І. та ін.).

В інституті в останні роки активно розвивається центр теплонасосних технологій, у якому розробляються, а потім проходять апробацію комбіновані системи теплопостачання й кондиціонування приміщень різного призначення. Зокрема досліджується робота теплових насосів типу «ґрунт-рідина», які застосовують в системах повітряного і напільного водяного опалення лабораторного приміщення і виставкової зали, а також їхнього кондиціонування; теплового насоса типу «повітря-рідина», підключеного за допомогою оригінальної гідравлічної схеми до централізованої системи опалення радіаторного типу; горизонтального ґрунтового колектора і підземного акумулятора теплоти з різними типами ґрунтових теплообмінників, оснащених датчиками температури ґрунту; сонячного колектора. Система вимірювань, реєстрації і аналізу первинних даних автоматизована і комп'ютеризована, що дозволяє проводити дослідження безупинно в режимі реального часу (чл.-кор. Басок Б.І., к.т.н. Недбайло О.М.).

Успішно функціонує в інституті «Науково-технічний центр енергетичного приладобудування» ІТТФ НАНУ, створений для практичного застосування результатів науково-технічних та технологічних досліджень в галузі теплофізики, виробництва нових приладів, систем автоматики, іншої продукції енергетичного призначення (чл.-кор. Бабак В.П., к.т.н. Назаренко О.О.) та Випробувальна лабораторія ІТТФ НАНУ, атестована в 2010 р. ДП «Укрметртестстандарт» Держспоживстандарту України на право проведення вимірювань фізичних та теплофізичних показників об'єктів вимірювання та фізичних і геометричних показників устаткування (д.т.н. Декуша Л.В., Ковтун С.І.).

Важливим напрямом у зниженні споживання енергоресурсів комунальної та промислової теплоенергетики є широке використання когенераційних теплотехнологій (одночасне виробництво теплової та електричної енергії). Основними науковими завданнями інституту в цьому напрямі є розробка та вдосконалення методів термодинамічного аналізу для оптимізації теплових схем та вибору тепломеханічного устаткування когенераційних установок, оптимізація способів використання скидної теплоти в теплових схемах з газопоршневими та газотурбінними двигунами, на базі яких здійснюється розробка когенераційних установок, а також практичне створення та впровадження цих технологій в комунальній та промисловій теплоенергетиці. В інституті такі роботи проводяться з 1996 р. під керівництвом чл.-кор. В.М.Клименка.

Інститутом розроблено та впроваджено ряд когенераційних установок на базі ГТУ та ГПД. Так, зокрема, розроблено та введено у дослідно-промислову експлуатацію першу когенераційну установку на базі газотурбінного двигуна потужністю 2,5 МВт, вихлопні гази якої скидаються в котел, на комунальній котельні м. Запоріжжя. На базі ГПД розроблені та введені в експлуатацію на промислових підприємствах три когенераційні установки в м. Сімферополь (завод «Фіолент») потужністю 1 МВт, а також у містах Гостомель та Костополь на скелозаводах потужністю по 0,5 МВт.

Основні результати досліджень по створенню когенераційних технологій відображені в тритомній монографії «Когенерационные системы с тепловыми двигателями» (автори – чл.-кор. В.М.Клименко, к.т.н. О.І. Мазур, П.П.Сабашук, к.т.н. О.І.Сігал), перші два томи якої вийшли з друку у 2008 та 2011 р.р.

Фахівці інституту під керівництвом чл.-кор. В.М. Клименка (керівник робочої групи) приймали активну участь в розробці проектів законів України «Про комбіноване виробництво теплової та

електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» і «Про теплопостачання», які в 2005 році прийняті Верховною Радою України.

Для потреб опалювання та гарячого водопостачання розроблено нові, більш досконалі та економічні котли з метою заміни морально та фізично застарілих котлів систем комунальної енергетики. Один з них – водогрійний водотрубно-димогарний котел КВВД-0,63 Гн теплопродуктивністю 0,63 МВт. Цей повністю автоматизований котел з сучасним пальником має коефіцієнт корисної дії 93% та забезпечує його збільшення до 95 % зі зменшеним навантаженням (к.т.н. О.І.Сігал, В.Н.Канигін).

Розроблено автоматизований водогрійний водотрубний котел АКВВ-1,0 Гн, який виготовляє ВАТ «Будмаш», м. Прилуки для підприємств Теплокомуненерго. Створено і впроваджено для опалення школи в Київській області водогрійний соломоспалювальний котел періодичної дії ТС-350.

Впровадження котлів дасть змогу замінити застарілі котли типу «Минск-1», «НИИСТУ-5», «Универсал», «Энергия» та ін., підвищити економічність та надійність джерел теплопостачання.

Результати проведених в ІТТФ НАНУ наукових досліджень свідчать, що широке використання низки технічних рішень та розробок, над якими активно працює колектив Інституту технічної теплофізики НАН України, може суттєво скоротити рівень споживання палива у малій енергетиці та житлово-комунальному комплексі.

До свого 65-річчя вчені інституту приходять з вагомими здобутками і напрацюваннями, які дають змогу сподіватися, що їх внесок в вирішення нагальних науково-технічних проблем країни буде сприяти підвищенню енергоефективності народного господарства, зниженню енергоємності національного продукту, покращенню добробуту населення.

В.В.Шморгун

с.н.с., к.т.н., вчений секретар секції «Тепломасообмін та теплотехнології»  
Вченої ради Інституту технічної теплофізики НАН України,  
відповідальний секретар журналу «Промышленная теплотехника»