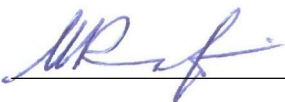


**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГАЗУ**

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Інституту газу НАН України
протокол № 9
від «29» червня 2017 року

Голова вченої ради
Інституту газу НАН України,
академік НАН України

 І.М. Карп

ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	14 ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	144 ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКА
РІВЕНЬ ОСВІТИ	ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

КИЇВ – 2017

Профіль програми Доктор філософії в галузі електричної інженерії		
Тип диплома та обсяг робіт		Диплом доктора філософії, перший науковий ступінь, 4 академічних роки, 36 кредитів ЕКТС
Наукова установа		Інститут газу НАН України, м. Київ
Акредитуюча інституція		Міністерство освіти і науки України, Україна, пр. Перемоги, 10, м. Київ, 01135
Період акредитації		2017 рік
Рівень програми		QF for ENEA – третій цикл, EQF for LLL – 8 рівень; НРК України – 8 рівень
A	Мета програми	
	Забезпечити, на основі ступеня магістра (ОКР спеціаліста), підготовку наукових і науково-педагогічних кадрів у сфері теплоенергетики шляхом здобуття ними компетентностей, достатніх для виконання наукових досліджень, результати яких мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.	
B	Характеристика програми	
1	Предметна область (галузь знань)	14 Електрична інженерія 144 Теплоенергетика
2	Фокус програми: загальний/спеціальний	Третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти за Законом України «Про вищу освіту», восьмий кваліфікаційний рівень Національної рамки кваліфікацій. <i>Загальний.</i> <i>Дослідження:</i> - фізичних основ і теорії ефективності перетворення теплоти в роботу, ентальпійного та ексергетичного аналізу теплових процесів та установок, моделювання процесів перетворення енергії у прямих та комбінованих (бінарних) циклах теплових установок. - теплоти утворення хімічних сполук в різних початкових умовах та складу продуктів реакції багатокомпонентних систем, газогенераторного процесу та конструкції газогенераторів. - характеристик газового факелу для різних умов організації горіння та для палив різного походження, струменевих апаратів. - теплових процесів і технологій та апаратури для реалізації засобів теплового захисту теплових агрегатів, особливостей теплообміну в розплавах та установок газифікації органічних сполук. - фізичних основ і теорії теплових процесів в енергоустановках, основного обладнання теплових енергоблоків та їх теплогідравлічної ефективності. - теплотехнологічних систем з використанням нанорідин і обладнання щодо ліквідації теплових перенавантажень промислового обладнання. - масообмінних процесів та технологій переробки дисперсних матеріалів, основних розмірів масообмінного обладнання та його гідродинамічних параметрів, процесів отримання вуглецевих сорбентів. <i>Спеціальний.</i> <i>Дослідження:</i> - матеріальних, теплових, енергетичних, ентропійних і ексергетичних балансів з їх аналізом і фізичним обґрунтуванням, технічних систем теплозабезпечення, систем централізованого та автономного ене-

		ргопостачання. • кінетики процесів горіння у робочому просторі печей та технічних рішень щодо мінімізації впливу викидів шкідливих речовин на довкілля. • теоретичних основ, методів та обладнання щодо скорочення шкідливих викидів до атмосферного повітря та технологій зменшення викидів оксидів азоту і сірки, твердих частинок та парникових газів до атмосфери. • концентрацій електронів і температури частинок плазми на основі спектральних вимірювань, параметрів газорозрядної плазми на основі використання зондових методів її діагностики, енергетичної ефективності процесу газифікації вуглецевмісної сировини, плазмових установок для модифікації поверхні виробів та переробки відходів. • ефективності використання теплоти та палива в агрегатах, що використовують паливо в умовах замкнутої схеми тепловикористання (з підігрівом компонентів горіння, з попереднім підігрівом матеріалу), розімкнутої схеми тепловикористання (вироблення пари), інженерних методів використання ВЕР.
3	Орієнтація програми	Дослідницька і прикладна. Наукові дослідження та продукування нових знань в галузі електричної інженерії, що будуть орієнтовані на розробку наукових засад підвищення ефективності використання природного газу та альтернативних теплоносіїв, як основи для створення нових енерго- та ресурсозберігаючих технологій; дослідження у галузі прикладної теорії горіння, термодинаміки, міжфазного тепло- і масообміну та розробка на цій основі нових теплотехнологічних процесів і обладнання; дослідження з охорони довкілля з метою створення науково-технологічних засад захисту атмосферного повітря від забруднень, термічного знешкодження твердих побутових відходів та особливо небезпечних речовин та відходів.
4	Особливості програми	Програма орієнтує на розширення та поглиблення теоретико-методологічного та науково-методичного базису розвитку термодинаміки складних газових систем, тепло- та масообміну, газової динаміки, термохімії, впроваджені у виробництво нових технологій та обладнання для ефективного використання газу та інших енергоносіїв в базових галузях промисловості – металургії, енергетиці, хімічній та газовій, машинобудуванні, виробництві будівельних матеріалів, комунальному господарстві, вирішенні питань щодо захисту атмосферного повітря від шкідливих викидів енергетичних установок у відповідності до вимог директив ЄС та орієнтує на співробітництво із закладами системи Міністерства освіти і науки України, науковими установами Національної академії наук України, бізнес сектором, міжнародними організаціями, закордонними науковими установами та навчальними закладами.
С	Працевлаштування та продовження освіти	
1	Працевлаштування	Наукова та викладацька діяльність у галузі знань електричної інженерії. Наукова, адміністративна та управлінська діяльність в закладах науки, освіти. Посади згідно класифікатору професій України: Законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі). Керівники підприємств, установ, організацій (12): керівники підприємств, установ, організацій (Директор)(1210.1), керівники різних основних підрозділів (Пачальник) (1229.1), керівники підрозділів у сфері освіти та виробничого навчання (1229.4), керівни-

		ки функціональних підрозділів (Начальник) (1231). Керівник науково-дослідного підрозділу (1237), головний фахівець науково-дослідного підрозділу (1237.1), Начальник (Завідувач) науково-дослідного підрозділу (1237.2), Керівник проектів та програм (1238), Керівник інших функціональних підрозділів (1239), Керівник малих підприємств (Директор)(13). Професіонали в галузі фізичних, математичних та технічних наук (21): наукові співробітники (інші галузі інженерної справи) (2149.1). Викладачі (23): викладачі університетів та вищих навчальних закладів (2310): докторант, доцент, професор кафедри (2310.1), асистент, викладач вищого навчального закладу (2310.2). Місця працевлаштування. Посади у відділах та лабораторіях наукових установ, профільних кафедрах університетів. Відповідні робочі місця (наукові дослідження та управління) підприємств, установ та організацій.
2	Продовження освіти	Навчання впродовж життя для розвитку і самовдосконалення в науковій та професійній сферах діяльності, а також в інших споріднених галузях наукових знань: - підготовка на 9-ому кваліфікаційному рівню Національної рамки кваліфікацій в галузі знань електрична інженерія; - навчання на 8-ому кваліфікаційному рівні Національної рамки кваліфікацій в споріднених спеціальностях; - освітні програми, дослідницькі гранти та стипендії, що містять додаткові наукові та освітні компоненти.
D		
Стиль та методика навчання		
1	Підходи до викладання та навчання	Основними підходами до викладання та навчання аспірантів є: - використання лекційних курсів, семінарів та консультацій із запланованих дисциплін; - самостійну роботу з джерелами інформації у бібліотеці Інституту та у наукових бібліотеках України; - використання дистанційних курсів навчання та електронних ресурсів за допомогою мережі Інтернет; - індивідуальні консультації фахівців Інституту, інших установ НАН України, профільних вищих навчальних закладів; - залучення до консультування аспірантів провідних фахівців профільної галузі; - інформаційна підтримка участі аспірантів в конкурсах на отримання наукових стипендій і грантів; - активна робота аспірантів у складі проектних команд, при виконанні держбюджетних та госпдоговірних тем, участь у розробці звітних матеріалів, ресстраційних та облікових документів, оформленні патентів та авторських свідоцтв.
2	Система оцінювання	Система оцінювання знань освітньої програми передбачає здійснення поточного та підсумкового контролю. <i>Поточний</i> контроль проводиться у формі тестів, роботи на практичних заняттях, виступів на семінарах та конференціях, підготовки наукових звітів. <i>Підсумковий</i> контроль передбачає диференційований залік або усний іспит. Аспірант вважається допущеним до підсумкового контролю з дисциплін освітньо-наукової програми, якщо він виконав всі види робіт, передбачені навчальним планом з цієї дисципліни.
3	Форма конт-	Аспіранти проходять щорічну атестацію шляхом звітування на засі-

	ролю успішності навчання аспірантів/здобувачів	данні профільного відділу та Вченої ради Інституту про хід виконання освітньо-наукової програми та індивідуального плану, включаючи опубліковані наукові статті та виступи на конференціях. Остаточним результатом навчання аспірантів є повне виконання освітньо-наукової програми, необхідний перелік опублікованих за результатами досліджень наукових праць, у тому числі у зарубіжних виданнях та таких, що індексуються у наукометричних базах, апробація результатів на наукових конференціях, належним чином оформлений рукопис дисертації та представлення її на засіданні секції Вченої ради Інституту або до розгляду в спеціалізовану вчену раду для отримання наукового ступеня доктора філософії в галузі 14 – електрична інженерія, зі спеціальності 144 – теплоенергетика.
Е	Програмні компетентності	
1	Інтегральна	Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики
2	Загальні (універсальні)	- Аналіз та синтез. Здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей. - Абстрактного мислення. Здатність переосмислювати наявне та створювати нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі соціальні, наукові, культурні, етичні та інші проблеми. - Гнучкість мислення. Набуття гнучкого мислення, відкритість до застосування фізичних знань та компетентностей в широкому діапазоні можливих місць роботи та повсякденному житті. - Групова робота. Здатність виконувати дослідження в групі під керівництвом лідера, подібні навички, що демонструють здатність до врахування строгих вимог дисципліни, планування та управління часом. - Комунікаційні навички. Здатність до ефективної комунікації та до представлення складної комплексної інформації у стислій формі усно та письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології та відповідні технічні терміни. - Самоорганізація. Здатність ініціювання дослідницько-інноваційних проектів та автономно працювати під час їх реалізації. - Популяризаційні навички. Уміння спілкуватися із нефаківцями, певні навички викладання. - Етичні установки. Дотримання етичних і правових норм у професійній діяльності.
2	Фахові	- Глибокі знання та розуміння: здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в галузі знань електрична інженерія, з точки зору фундаментальних загальнонаукових принципів і знань; проводити теоретичні й експериментальні дослідження, математичне й комп'ютерне моделювання об'єктів та процесів; аналізувати результати теоретичних та експериментальних досліджень, надавати рекомендації по вдосконаленню пристроїв та систем, готувати наукові публікації та заявки на право інтелектуальної власності. - Розв'язання проблем. Здатність розв'язувати широке коло наукових проблем та практичних задач шляхом розуміння їх фундаментальних основ та використання як теоретичних, так і експериментальних методів, засвоєних з освітньо-наукової програми.

		• Обчислювальні навички. Здатність застосовувати сучасні засоби обчислювальної техніки та відповідне програмне забезпечення (мови програмування, пакети тощо) для здійснення моделювання об'єктів досліджень та процесів. • Здатність до навчання. Здатність шляхом самостійного навчання освоїти нові області, використовуючи здобуті фахові знання.
F	Програмні результати навчання	
	• <i>Знання</i> іноземної мови, на рівні достатньому для презентації наукових результатів в усній та письмовій формах, <i>розуміння фахових</i> наукових та професійних текстів, <i>вміння та навички</i> спілкуватися в іншомовному науковому і професійному середовищі. • <i>Знання</i> методів наукових досліджень та <i>вміння</i> їх використовувати на належному рівні; <i>вміння</i> розшукувати, опрацьовувати, аналізувати та синтезувати отриману інформацію (наукові статті, науково-аналітичні матеріали, бази даних тощо). • <i>Знання, розуміння, вміння та навички використання</i> правил цитування та посилання на використані джерела, правил оформлення бібліографічного списку, <i>розуміння</i> змісту і порядку розрахунків основних кількісних наукометричних показників ефективності наукової діяльності (індекс цитування, індекс Гірша (h-індекс), імпакт-фактор (ІФ, або IF)); <i>вміння</i> працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами (наприклад, Scopus, Web of Science, Index Copernicus, Web of Knowledge, PubMed, Mathematics, Springer, Agris, GeoRef та ін.). • <i>Знання і вміння</i> використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, комп'ютерні засоби та програми при проведенні наукових досліджень. • <i>Знання</i> сучасного стану науки та прогресивних наукових розробок у сфері теплоенергетики, <i>вміння</i> формулювати задачі дослідження; організовувати, планувати та проводити експеримент; аналізувати результати експериментів, виявляти закономірності; захищати результати науково-дослідних робіт як об'єкти інтелектуальної власності. • <i>Знання</i> теорії і методології системного аналізу; завдань та принципів системного підходу, етапів застосування системного підходу при дослідженні процесів і систем; <i>вміння</i> використовувати принципи системного підходу при вирішенні наукових завдань; реалізовувати методологію системного аналізу в сфері технічних наук. • <i>Вміння</i> спілкуватися в діалоговому режимі з широкою науковою громадськістю з метою обговорення дискусійних питань та результатів дослідження; планувати та проводити експериментальні дослідження та надавати наукову інтерпретацію отриманим результатам; володіти основними прийомами теоретичного обґрунтування результатів досліджень. • <i>Вміння</i> проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел конкретних освітніх, наукових та професійних текстів в сфері обраної спеціальності; <i>вміння</i> виявляти теоретичні та практичні проблеми, а також дискусійні питання в конкретних освітніх, наукових та професійних текстах в сфері теплоенергетики. • <i>Вміння</i> критично сприймати та аналізувати чужі думки та ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми. • <i>Знання</i> першого та другого законів термодинаміки, основних термодинамічних циклів – циклу Карно, циклів паросилових установок – Ренкіна, регенеративного, циклів двигунів внутрішнього згорання – Отто, Дизеля, циклів парових турбін, циклів	

холодильних установок. Бінарні цикли. Теплові насоси.

- *Вміння* застосування циклу Карно до аналізу ефективності перетворення теплоти в роботу, проведення ентальпійного та ексергетичного аналізу теплових процесів та установок, моделювання процесів перетворення енергії у прямих та комбінованих (бінарних) циклах теплових установок.

- *Знання* теплоти утворення хімічних сполук в різних початкових умовах. Поняття повної хімічної рівноваги, константи хімічної рівноваги. Сучасні програми автоматичного розрахунку складу продуктів реакції та їх термодинамічних характеристик. Традиційні та нетрадиційні палива. Процеси газоподібних та твердих палив, у т.ч. альтернативних. Газогенераторний процес та конструкції газогенераторів.

- *Вміння* виконувати розрахунки процесів горіння широкого спектру палив. Вміння використовувати сучасні програмні продукти для розрахунку складу продуктів реакції багатокomпонентних систем – продуктів горіння, конверсії та газифікації, оцінювати їх екологічні показники та можливі наслідки впливу на стан довкілля.

- *Знання* теорії струменів, CFD – моделювання неізотермічних систем та струменів. Дозвукові та надзвукові струмені. Течія газу у соплах та дифузорах. Гідравлічний опір та втрати тиску, ежекція та інжекція. Рециркуляція газів у обмеженому просторі. Газодинаміка двофазних потоків. Процеси у киплячому та фонтануючому шарі.

- *Вміння* розраховувати характеристики газового факелу для різних умов організації горіння та для палив різного походження ; розраховувати довжину факелу полум'я залежно від теплотворної спроможності газового палива; розраховувати струменеві апарати. Виконувати CFD – моделювання неізотермічних струменів; створювати дослідні та пілотні установки.

- *Знання* основних законів теплопередачі, особливостей теплопередачі в теплотехнічних агрегатах залежно від їх призначення. Застосування теорії подібності для моделювання теплових процесів. Теплообмін при наявності хімічних реакцій. Теплообмін в киплячому та фонтануючому шарі. Теплообмін при конденсації, контактний теплообмін. Нестационарна теплопровідність

- *Вміння* у здійсненні аналізу теплових процесів і створенні нових технологій та апаратури для їх реалізації стосовно до засобів теплового захисту теплових агрегатів. Створення установок на основі контактного теплообміну, зокрема конденсаційних котлів. Використовувати знання особливостей теплообміну в розплавах для розроблення установок газифікації органічних сполук

- *Знання* основних конструктивних особливостей енергоблоків силової теплоенергетики з пилувугільними та газомазутними котлами факельного спалювання, з циркулюючим киплячим шаром та внутрішньоцикловою газифікацією. Економічні та екологічні фактори використання енергетичних технологій. Первинні енергоресурси. Використання відходів. Автономна та тепла електроенергетика. Роль та місце відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії.

- *Вміння* виконувати теплові та гідравлічні розрахунки елементів енергоустановок і оцінювати їх теплогідравлічну ефективність; виконувати дослідження теплових процесів в енергоустановках методами фізичного моделювання.

- *Знання* загальні характеристики наноматеріалів і нанотехнологій і їх різноманітність. Основні методи діагностики і атестації наноматеріалів та основні методи їх одержання. Одержання графену, FLG-графену, вуглецевих нанотрубок. Одержання нанорідин і їх використання в енергетиці, металургії, електроніці, холодильній техніці та ін. Використання вуглецевих нанотрубок у виробництві нанорідин, адсорбентів, композитів та ін. Фізико-хімічні засади надзвичайних якостей наноматеріалів.

- *Вміння* : вибрати потрібні методи діагностування та атестації наноматеріалів, вибрати необхідні методи одержання наноматеріалів, оцінити виробничі характеристики отриманих наноматеріалів.

- *Знання* законів молекулярної та конвективної дифузії, матеріальні баланси масоо-

бмінних апаратів. Гіпотетичні моделі масопередачі. Критерії подібності масообміну. Масоперенос в капілярно-пористих тілах. Структуру капілярно-пористих тіл. Механізм переносу речовини в капілярно-пористих тілах. Масопровідність. Узагальнене критеріальне рівняння масопровідності. Вологопровідність.

- *Вміння* здійснювати класифікацію масообмінних процесів стосовно до конкретних технологій переробки дисперсних матеріалів, визначення основних розмірів масообмінного обладнання та його гідродинамічних параметрів. Проводити теоретичні і експериментальні дослідження процесів активації вуглецевих сорбентів.
- *Знання* методів оцінки енергоефективності систем теплопостачання, когнітивного аналізу систем, загальних принципів їх моделювання. Знання основних інноваційних технічних рішень у підвищенні ефективності теплопостачання. Знання комплексного підходу для аналізу та оптимізації різних технічних систем теплозабезпечення, їх елементів та окремих процесів у них.
- *Вміння* виконувати розрахунки матеріальних, теплових, енергетичних, ентропійних і ексергетичних балансів з їх аналізом і фізичним обґрунтуванням; визначати ефективність, рівень досконалості різних технічних систем теплозабезпечення. Здійснювати наукове супроводження інноваційних проектів об'єктів і систем централізованого теплопостачання та автономного енергопостачання.
- *Знання* методів розрахунку та моделювання печей та теплових режимів термічної обробки матеріалів, типів промислових печей, відповідних методів розрахунку. Класифікації паликових пристроїв та їх застосування відповідно до призначення теплового процесу та виду печі; методів розрахунку нагрівання або плавлення матеріалів, особливостей теплообміну в печах, методів використання вторинної теплоти.
- *Вміння* виконувати CFD – моделювання робочого простору пічних агрегатів, кінетичних розрахунків розвитку процесів горіння у робочому просторі печей; вибору типу печі та технологічного процесу термічної обробки матеріалів залежно від їх цільового призначення. Розробляти технічні рішення щодо мінімізації впливу викидів шкідливих речовин на довкілля.
- *Знання* основних властивостей забруднювачів атмосфери в процесах спалювання, викиди яких регламентуються національними стандартами та міжнародними нормативами; нормативів викидів токсичних речовин до атмосфери в Україні та ЄС; механізмів утворення токсичних речовин в топкових процесах та методів і технологій очищення продуктів згорання палива від оксидів сірки, азоту та твердих частинок; методів та способів пригнічення утворення токсичних речовин в топкових процесах; методів розрахунку та скорочення викидів діоксиду вуглецю, метану та інших парникових газів до атмосфери.
- *Вміння* виконувати відповідно до конкретних умов використання палива розрахунки викидів оксидів азоту, сірки, твердих частинок та парникових газів до атмосфери; розробляти методи та технології скорочення шкідливих викидів до атмосферного повітря.
- *Знання* основних відмінностей плазми від нейтрального газу; природи основних видів електричних розрядів у газах та закономірності генерування плазми в дугових і жевріючих розрядах; ефектів тепло- та масоперенесення в плазмі, особливостей розрахунку тепло- та масообміну в гетерогенних процесах; методів енерготехнологічних застосувань плазми; термодинаміки процесу газифікації вуглецевмісних відходів з використанням плазових технологій; кінетики процесів утворення оксидів азоту при генеруванні повітряної плазми; плазмохімічних ефектів у технологіях модифікації поверхні виробів.
- *Вміння* визначати концентрації електронів і температуру частинок плазми на основі спектральних вимірювань; визначати параметри газорозрядної плазми на основі використання зондових методів її діагностики; розрахувати енергетичну ефективність процесу газифікації вуглецевмісної сировини; розробляти та експлуатувати до-

	слідні та пілотні плазмові установки для модифікації поверхні виробів та переробки відходів. Знання: основних визначень, понять та класифікації ВЕР, методів розрахунку виходу ВЕР та їх використання (типові приклади). Розрахунку економії палива та теплової енергії за рахунок використання ВЕР в замкнутих схемах тепловикористання, розімкнутих схемах та комбінованій схемі. Знання ентальпійного та ексергетичного методів визначення ефективності використання палива, в т.ч. в умовах використання вторинних джерел енергії. • <i>Знання</i> сучасного стану проблеми утилізації теплоти викидних газів та особливостей розрахунку установок для внутрішнього тепловикористання; • <i>Вміння</i> визначати ефективність використання теплоти та палива в агрегатах, що використовують паливо в умовах замкнутої схеми тепловикористання (з підігрівом компонентів горіння, з попереднім підігрівом матеріалу), розімкнутої схеми тепловикористання (вироблення пари). Інженерних методів використання ВЕР. • <i>Знання</i> основ і цілей навчального процесу, особливостей методики проведення практичних і семінарських занять, сучасного стану науково-технічної інформації у теплоенергетичній галузі, обробки і аналізу даних; сучасних методів теоретичних і експериментальних досліджень, математичного та комп'ютерного моделювання теплогідравлічних процесів в елементах теплоенергетичного обладнання; які необхідні для проведення наукових досліджень. • <i>Вміння</i> формулювати навчальні цілі та обирати відповідний навчальний матеріал і його структуру; планувати навчальні заняття; розробляти зміст, проводити структурування навчального матеріалу та проводити заняття різних видів; забезпечувати послідовність викладення матеріалу та міждисциплінарні зв'язки; планувати і розробляти основні етапи наукових досліджень.
--	--

Керівник проектної групи

(гарант освітньо-наукової програми):

Директор Інституту газу НАН України,
академік НАН України, професор

Б.І. Бондаренко

Члени проектної групи:

Головний науковий співробітник,
академік НАН України, д-р техн. наук, професор

І.М. Карп

Завідувач відділу ІГ НАН України,
член-кореспондент НАН України,
д-р фіз-мат. наук, ст. наук. співробітник

В.А. Жовтянський

Завідувач відділу ІГ НАН України,
д-р техн. наук, професор

Б.С. Сорока