

ПЕХНЬО

Василь Іванович — академік НАН України, директор Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України

КОВАЛЬ

Лариса Борисівна — кандидат хімічних наук, вчений секретар Наукової ради НАН України з проблеми «Неорганічна хімія»

ІНСТИТУТ ЗАГАЛЬНОЇ ТА НЕОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО НАН УКРАЇНИ: НА МЕЖІ ТИСЯЧОЛІТЬ До 90-річчя заснування установи

12 вересня 2021 р. витовнилося 90 років від фактичного дня створення Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України — одного з найстаріших центрів академічної хімічної науки. У статті висвітлено історію створення Інституту, становлення і розвиток основних наукових напрямів та вагомі здобутки його співробітників.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України — одна з найстаріших академічних установ хімічного профілю і, мабуть, найбільший центр хімічної науки в Україні. За низкою актуальних фундаментальних та прикладних напрямів сучасної неорганічної хімії, електрохімії та фізичної хімії розплавів, які розвиваються в Інституті, він відомий не лише в нашій країні, а й за кордоном. Заслужений авторитет і визнання серед хіміків та інших наукових спільнот Інститут здобув завдяки самовідданій творчій праці людей, закоханих у свою професію, отриманим результатам досліджень і розробкам, що використовуються в хімічній промисловості, металургії, матеріалознавстві, сільському господарстві та медицині.

Історія створення Інституту, точніше його витоків і зародження, починається у 1918 р., коли за пропозицією першого президента щойно заснованої Української академії наук академіка Володимира Івановича Вернадського у складі Фізико-математичного відділення УАН як самостійний науковий заклад було організовано Хімічну лабораторію, яку він певний час (1918–1919) очолював. Через відрядження В.І. Вернадського в 1920–1922 рр. керівництво Лабораторією здійснювали В.О. Кістяківський і В.О. Плотников.

Володимир Іванович Вернадський — всесвітньо відомий учений, натураліст і філософ, був не лише засновником нового розділу науки — біогеохімії та автором учення про біосферу й



ноосферу, а й дав потужний творчий імпульс становленню кількох провідних академічних установ, які зараз гідно представляють важливі напрями хімічної науки.

Як відомо, в 1918 р. В.І. Вернадський виступив з повідомленням про результати лабораторних експериментів щодо наявності нікелю і кремнію в живих організмах, заклавши тим самим основи біогеохімії. Тому головними напрямками досліджень Хімічної лабораторії УАН було визначено з'ясування ролі живих організмів у кругообігу речовин планети і космічного пилу, у поширенні та накопиченні елементів, вивчення каталітичних та електрохімічних процесів, дослідження властивостей неводних розчинів тощо.

У 1922 р. Хімічну лабораторію об'єднали з науково-дослідною кафедрою хімії Народного комісаріату освіти (НКО), яку майже одночасно було створено в стінах хімічного факультету Київського політехнічного інституту. Згідно з історією Інституту, написаною пізніше В.О. Плотніковим і А.В. Думанським, Хімічна лабораторія ВУАН функціонувала впродовж двох періодів: у 1919–1922 рр. і в 1928–1931 рр. У вересні 1931 р. Хімічну лабораторію ВУАН об'єднали з Науково-дослідним інститутом хімії НКО і закріпили у складі Академії наук як Інститут хімії ВУАН. У 1920–1930-х роках там працювали такі талановиті вчені, як В.П. Яворський, В.О. Ізбеков, М.О. Рабінович, М.І. Усанович, О.К. Кудра, Я.А. Фіалков, М.С. Фортунатов, І.А. Шека, Ю.Я. Горенбейн, О.Т. Ніжнік, С.Д. Шаргородський, О.А. Шокол, С.Й. Якубсон, З.А. Янкелевич, Ю.К. Делімарський та ін.

Фактично з 1920 по 1941 р. керівником цих структур (Хімічної лабораторії ВУАН, Науково-дослідної кафедри хімії НКО та Інституту хімії ВУАН) був видатний вчений, засновник нових наукових напрямів, у тому числі фізичної, неорганічної хімії та електрохімії неводних розчинів, академік (з 1920 р.) Володимир Олександрович Плотніков. Його наукова біографія розпочалася у 1898 р. в лабораторії професора М.І. Коновалова у Московській сільськогосподарській академії, а наступного року

Володимир
Олександрович
Плотніков
(1873–1947)



він переїхав до Київської політехніки. У 1901 р. працював у лабораторії Вальтера Нернста в Геттінгені. Після публікації кількох наукових статей ім'я В.О. Плотнікова стає широко відомим у спільноті хіміків. Уже через три роки він захищає магістерську дисертацію, в якій досліджує комплексні сполуки на основі тоді ще зовсім нової теорії Вернера і започатковує свої дослідження з електрохімії неводних розчинів. За сумісництвом працює також у Київському університеті Св. Володимира.

У докторській дисертації В.О. Плотніков розвиває ідеї, основані на теорії електролітичної дисоціації Арреніуса і координаційній теорії Вернера, які були тоді настільки новими, що київські професори відмовилися прийняти роботу для захисту. На захисті дисертації у Москві його опонентом був усесвітньо відомий фізико-хімік академік І.О. Каблуков, який відзначив оригінальність роботи, сміливість і глибину узагальнень, адже вперше було сформульовано теорію електрохімічних процесів у неводних розчинах та досліджено механізм провідності сумішей неелектролітів. Крім того, В.О. Плотніков виявив зв'язок між електролітичною дисоціацією і комплексоутворенням у розчинах та експериментально підтвердив хімічну теорію розчинів Д.І. Менделєєва, а спираючись на уявлення про електрохімічний резонанс, довів вплив розчин-



Співробітники Інституту хімії ВУАН: аспірант І.А. Шека, ст. лаборант Б.Ф. Шапіро, аспірант І.М. Подорван, академік УАН та член-кореспондент АН СРСР В.О. Плотніков (директор), аспірантка З.А. Янкелевич, аспірант Ю.Я. Горенбейн, старший науковий співробітник С.Й. Якубсон. 1932 р.

ника на електродні потенціали і електрохімічний ряд напруг металів. Згодом ця теорія стала класичною.

У 1911 р. В.О. Плотнікова обирали ординарним професором кафедри фізичної хімії КПІ, де він створив наукову школу, мав численних учнів і послідовників. Його лекції вирізнялися яскравістю думки, змістовністю і логічністю викладу, а підручники, написані у 1910 і 1915 р., тривалий час були цінними посібниками для студентів і викладачів.

Отже, 12 вересня 1931 р. вважається офіційною датою започаткування Інституту хімії ВУАН як самостійної науково-дослідної установи. Це стало також визнанням авторитету академіка В.О. Плотнікова і вагомості отриманих результатів, хоча колектив Інституту налічував тоді лише 19 наукових співробітників і 25 аспірантів. Усі вони — піонери того періоду, вчені, які присвятили життя служінню науці, своєю натхненною працею вони здобули високі наукові звання, державні нагороди, стали гордістю Інституту.

Спочатку Інститут структурно складався з чотирьох секторів: фізичної хімії, неорганічної хімії, органічної хімії, металургії. У секторі фізичної хімії більшість досліджень було пов'язано з фізико-хімією неводних розчинів,

вивченням природи електролітів і розчинів загалом.

Основна заслуга В.О. Плотнікова та його учнів полягає в тому, що вони одними з перших об'єднали прогресивні для того часу теоретичні положення про електролітичну дисоціацію, хімічну теорію розчинів та хімію комплексних сполук, довели, що рушійною силою утворення електролітних розчинів є хімічна взаємодія речовини з розчинником з утворенням сольватів, асоціатів, комплексів, які й визначають їх провідні властивості. В.О. Ізбеков, Я.А. Фіалков, Ю.Я. Горенбейн, М.М. Граціанський, І.А. Шека та ін. виконали численні роботи щодо впливу діелектричної сталої на утворення електропровідних систем, дослідження концентрованих розчинів, міжмолекулярних та міжіонних взаємодій у розчинах, визначення діелектричної сталої й дипольних моментів тощо. Розроблено теорію електрохімічного резонансу, визначено ряди напруг для розчинників, встановлено електропровідність твердих кристалогідратів.

Розроблена в 1924 р. В.О. Плотніковим теорія протонної ізомерії та зроблене ним у 1931 р. припущення про наявність «мікронейтрона» випередили гіпотезу Фермі про нейтрино на 3 роки! А теорія В.О. Плотнікова щодо утворення струмопровідних комплексів справила значний вплив на подальший розвиток електрохімії і фізико-хімічних методів дослідження властивостей комплексних сполук у неводних розчинах.

Серед науково-прикладних досліджень цього періоду, проведених В.О. Плотніковим разом із М.С. Фортунатовим і У.Й. Шварцманом, варто відзначити рафінування алюмінію з хлоридних ванн, добування алюмінію електролізом розтоплених хлоридів. Одержання металевого алюмінію електролізом за кімнатної температури було здійснено вперше. Пізніше В.О. Плотніков зі співробітниками виділили електролізом з неводних розчинів і розплавів лужні метали, алюміній, талій, срібло, мідь тощо. В.О. Ізбеков, Ю.К. Делімарський і Є.Б. Гітман електрохімічно виділили цирконій та деякі інші метали з розплавлених солей, ви-

значили потенціали розкладу розплавлених галогенідів, дослідили розплави солей як розчинники. У 1940 р. під керівництвом Ю.К. Делімарського розроблено загальну теорію електродних потенціалів у розплавах, закладено теоретичні основи полярографії розплавлених солей. До 1941 р. школа В.О. Плотнікова була провідною в СРСР у цій галузі.

У секторі неорганічної хімії було отримано вагомий результат в напрямі хімії комплексних сполук, термохімії, хімічної переробки мінеральної сировини, виділення рідкісних елементів з відходів промисловості. В.О. Ізбеков, Я.А. Фіалков, Ю.Я. Горенбейн зі співробітниками проводили дослідження галогенідів та полігалогенідів металів, у тому числі в рідкому йоді; роботи з термохімії комплексних сполук, діелектричної проникності, електропровідності, в'язкості, рефрактометрії і спектрів комбінаційного розсіяння тощо. На основі досліджень діелектричних властивостей неводних розчинів і дипольних моментів молекул комплексних сполук у 1940-х роках І.А. Шека розробив новий метод фізико-хімічного аналізу розчинів та метод визначення констант стійкості комплексних сполук.

На особливу увагу заслуговують роботи з виділення рідкісних і розсіяних елементів з відходів промисловості, зокрема сполук індію, та розроблення методів його вилучення з відходів цинкового виробництва заводу «Укрцинк». Так, у 1940–1941 рр. В.О. Ізбеков, Я.А. Фіалков і О.Т. Ніжнік отримали перший у СРСР кілограм металевого індію. В Інституті було розроблено також багато інших технологій хімічної переробки мінеральної сировини і поліметалевих руд, наприклад одержання амоній-сульфату з роменських мергелів, титанових біліл — з волинських ільменітів, комплексна переробка каоліну, натрій-сульфату і гіпсів на глинозем, сульфатну кислоту і цемент; проводилися дослідження сольових покладів Стебника та Калуша, поліметалічних руд Нагольного кряжа.

У секторі металургії в період 1934–1941 рр. невелика група ентузіастів на чолі з М.І. Мозговим і М.С. Фортунатовим зайнялася реаліза-

цією досить сміливої ідеї — застосування кисневого дуття для інтенсифікації доменного процесу при виробництві сталі і чавуну. Фахівці-металурги спочатку скептично поставилися до цих досліджень, але В.О. Плотніков і Ю.К. Делімарський підтримали ідею Мозгового. Перші досліди, проведені на заводі «Азовсталь» навесні 1941 р., дали позитивні результати, але зі зрозумілих причин розробку не було доведено до впровадження. Після війни роботи продовжилися вже в НДІ чорної металургії, і згодом кисневе дуття було впроваджено на всіх металургійних заводах СРСР. Однак заслуга інститутських досліджень була безсумнівною, і в 1949 р. М.І. Мозгового у складі колективу вчених і керівників промисловості на чолі з І.П. Бардіним було удостоєно Сталінської премії.

У 1939–1940 рр. сектори металургії та органічної хімії вийшли зі складу Інституту. На базі сектору органічної хімії та Інституту хімічної технології АН УРСР було засновано Інститут органічної хімії АН УРСР, директором якого було обрано академіка В.П. Яворського.

Отже, за перші 10 років свого існування Інститут хімії АН УРСР виконав значний обсяг досліджень, зробив вагомий внесок у розвиток хімічної науки (понад 500 публікацій за цей період), підняв на високий рівень підготовку кваліфікованих кадрів, організовував наради і конференції союзного масштабу, видавав свій журнал «Записки Інституту хімії», мав дуже багату на той час бібліотеку (близько 10 000 томів). Розширився й штат Інституту — на початку 1941 р. в ньому налічувалося вже 102 співробітники.

Війна фактично зруйнувала роботу Інституту. У липні — серпні 1941 р. Інститут був евакуйований до Уфи. Штат працівників значно зменшився, частина наукових співробітників пішли добровольцями на фронт. Згодом його об'єднали з Інститутом органічної хімії і перевели до Москви, де він залишався до 1944 р. В цей період об'єднаним Інститутом керували академіки В.П. Яворський (1941–1942) і А.І. Кіпріанов (1942–1945).

Діяльність Інституту у воєнний період в тилу було спрямовано на вирішення важли-



Антон Володимирович Думанський (1880–1967), директор Інституту в 1945–1960 рр.

вих для країни виробничих завдань військової промисловості, розроблялися нові методи контролю виробництва для оборонної промисловості, проводилися технологічні консультації. Частково продовжувалося опрацювання теоретичної тематики, а також дослідження мінеральної сировини. Під керівництвом А.І. Кіпріанова виконували актуальні дослідження з синтезу ціанінових барвників та сенсibiliзаторів. За ці роботи А.І. Кіпріанову було присуджено Сталінську премію. А.К. Бабко під час війни, перебуваючи в Уфі, займався вивченням кольорових та рідкісних елементів уральських покладів руд, удосконалював прилади запалювання авіаmotorів, організував контроль виробництва деяких нових сплавів. І.А. Шека разом із П.С. Пелькісом, перебуваючи в частинах діючої армії, розробили склад та методи отримання самозапалювальних протитанкових та вогнететних сумішей (на зразок «коктейлю Молотова»), які були прийняті на озброєння Червоної армії.

У 1944–1945 рр. з фронту поступово поверталися основні кадри — Ю.Я. Горенбейн, С.Д. Шаргородський, Г.П. Майтак, у 1946 р. — І.А. Шека, В.П. Чалий. Завдяки наполегливим зусиллям І.А. Шеки і П.С. Пелькіса вдалося відшукати вивезену до Німеччини частину бібліотеки Інституту.

У 1945 р. об'єднаний Інститут знову розділили на дві окремі установи — Інститут хімії

та Інститут органічної хімії. У вересні того самого року Інститут хімії було реорганізовано в Інститут загальної та неорганічної хімії АН УРСР. Поступово штат почав поповнюватися новими кадрами, наукова діяльність набувала подальшого розвитку, створювалися нові лабораторії, започатковувалися нові перспективні напрями. У цей час Інститут очолив видатний український вчений, один із засновників колоїдної хімії у Києві академік АН УРСР та член-кореспондент АН СРСР Антон Володимирович Думанський, який впродовж 15 років залишався його директором. Тут доречно навести кілька фактів з його наукової біографії.

На випускних іспитах у КПІ в 1903 р. був присутній Д.І. Менделєєв. Він високо оцінив дипломну роботу студента Думанського «Колоїдальне срібло». Потім А.В. Думанський стажувався в лабораторії Г. Фрейндліха в Лейпцизі, де продовжив дослідження колоїдного стану речовин у різних середовищах. Він розробив низку широко використаних методів дослідження золів; першим ввів у лабораторну практику колодієву мембрану, вперше висловив і реалізував ідею застосування центрифуги для визначення розмірів колоїдних частинок. Наукові праці А.В. Думанського, присвячені дисперсності і комплексному вивченню колоїдних розчинів, значно розширили уявлення про природу колоїдів. За дослідження прикладного характеру із застосування методу фізико-хімічного аналізу колоїдів для продуктів харчової промисловості в 1932 р. його було удостоєно Великої Менделєєвської премії. Важливими були також його дослідження зв'язаної води, ґрунтів, торфу, розроблення нового каталізатора для виробництва каучуку зі спирту тощо.

Свою діяльність на посту директора Інституту А.В. Думанський розпочав з налагодження нормальної роботи, ремонту і відновлення майстерень, рентгеноструктурної лабораторії, у створенні якої свого часу значну роль відіграв В.П. Чалий. Було організовано нову лабораторію колоїдної хімії, в якій працювали Ф.Д. Овчаренко, О.Д. Куриленко, Е.М. Натан-

Група провідних співробітників Інституту: (сидять) І.А. Шека, М.С. Фортунатов, З.А. Шека, О.К. Кудра, А.В. Думанський (директор), Л.А. Кульський, С.Й. Якубсон, В.Г. Каденська; (стоять) В.П. Чалий, М.М. Граціанський, А.К. Бабко, Ю.К. Делімарський, Е.М. Натансон, О.А. Шокол. Приблизно 1948–1950 рр.



сон. Вивчаючи гідрофільність колоїдних систем, співробітники цієї лабораторії виконали низку термохімічних експериментів, які дали змогу з'ясувати природу зв'язаної води, дослідити адсорбційні та діелектричні властивості гідрофільних колоїдів. Визначним результатом діяльності А.В. Думанського та його співробітників стало створення київської школи колоїдників, до якої належать Ф.Д. Овчаренко, О.Д. Куриленко, Е.М. Натансон. У 1968 р. на базі сектору колоїдної хімії і сектору хімії та технології очищення води (керівник — Л.А. Кульський) було створено Інститут колоїдної хімії та хімії води АН УРСР, якому в 1980 р. присвоєно ім'я А.В. Думанського.

У повоєнний період в Інституті інтенсивно розвиваються дослідження з електрохімії та термодинаміки розплавлених солей і водних розчинів, основними виконавцями яких були Ю.К. Делімарський, О.В. Городиський, О.К. Кудра, Д.П. Зосимович, В.П. Чалий, Б.Ф. Марков, І.М. Шейко та ін. Дослідження неводних розчинів проводили з метою пошуку можливості використання їх на практиці, зокрема для електролітичного виділення алюмінію з розчинів чи створення технічно придатного покриття в поєднанні з іншими металами. На основі отриманих у численних експериментах даних було розроблено електрохімічну теорію неводних розчинів, а результати

узагальнено в кількох монографіях, які стали широко відомими не лише в СРСР, а й у світі.

О.К. Кудра, Є.Б. Гітман і Д.П. Зосимович відновили дослідження в галузі катодних та анодних процесів, визначення нових потенціалів розкладу солей, пов'язаних з утворенням на катоді пухких осадів. Проведено роботи з електрохімічного виділення порошкоподібних осадів. Згодом лабораторію електрохімії, яку очолював О.К. Кудра, реорганізували у відділ електродних процесів, яким до 1970 р. керував Д.П. Зосимович.

У перші післявоєнні роки в лабораторії розплавлених солей Ю.К. Делімарський вивчав електродні процеси у розплавлених солях і розробляв електрохімічні методи вилучення рідкісних металів з розплавів. Дослідження М.М. Граціанського ще до війни та під час евакуації були пов'язані з потребами металургійної промисловості, впровадженням розроблених ним антикорозійних покриттів, створенням методів безціаністого мідіння, алюмініювання залізних виробів, електролітичного лудіння та цинкування.

Дослідження з хімії комплексних сполук, неорганічної та аналітичної хімії в цей період плідно розвивали А.К. Бабко, Я.А. Фіалков, І.А. Шека, В.С. Сажин, М.С. Фортунатов, Я.Г. Горощенко та інші науковці. Під керівництвом А.К. Бабка (академіка АН УРСР з



Науковці Інституту, нагороджені орденами і медалями СРСР у 1954 р.: (сидять) О.А. Шокол, Ю.К. Делімарський, А.В. Думанський, Л.А. Кульський, А.К. Бабко, Д.П. Зосимович; (стоять у нижньому ряду) В.П. Чалий, С.Д. Шаргородський, І.М. Шейко, З.А. Шека, Г.Ф. Францевич-Заблудовська, М.А. Шевченко, В.С. Коденська, Р.В. Войцеховський, М.М. Граціанський, Г.П. Майтак, Б.Ф. Марков; (стоять у верхньому ряду) невідомий, Е.М. Натансон, І.А. Шека, П.П. Туров, Ф.Д. Овчаренко

1957 р.) головним напрямом стало вивчення комплексних сполук та їх застосування в аналітичній хімії. Було розгорнуто нові фундаментальні дослідження природи забарвлених комплексів, розроблення фізико-хімічних основ оптичних методів аналізу для колориметричного визначення складу комплексів і умов їх існування у розчинах, а також методів кількісного аналізу з визначення індію, міді, кадмію, ванадію, аргентометричного визначення формальдегіду тощо.

Талановитий вчений член-кореспондент АН УРСР Я.А. Фіалков зробив значний внесок у розвиток неорганічної хімії, теоретичних понять у хімії комплексних сполук. Чільне місце посідають його праці з синтезу, будови та молекулярно-іонного стану в неводних розчинах міжгалогенних і комплексних сполук галогенідів фосфору, сурми та йоду з галогенідами алюмінію, лужних металів, полісульфідів, зокрема його узагальнююча монографія «Строение молекул». Під керівництвом Я.А. Фіалкова розроблено нові методи і шляхи отримання кольорових металів, мінеральних добрив, лікарських препаратів тощо. Крім того, в цей

період І.А. Шека продовжив дослідження з визначення дипольних моментів та діелектричних властивостей у неводних розчинах, які було розпочато ще до війни.

У лабораторії рідкісних елементів, яку було відновлено в 1947 р., під керівництвом члена-кореспондента АН УРСР В.О. Ізбекова вивчали властивості сполук рідкісних елементів третьої групи (галій, індій, талій), займалися вилученням металів з мінеральної сировини. У 1950-х роках лабораторію було перейменовано у лабораторію хімії і технології рідкісних металів, керівником якої став І.А. Шека. Її співробітниками були О.Т. Ніжнік, О.А. Шокол, В.А. Циммергакл та ін.

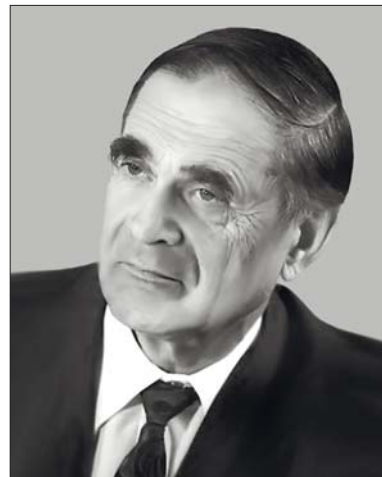
Лабораторія хімії та технології води, очолювана Л.А. Кульським (академік з 1969 р.), працювала над вирішенням завдань з поліпшення якості питної води та водоочищення методами хлорування, коагуляції, оброблення питних вод електрокатадиновими розчинами срібла. Л.А. Кульський разом із І.Т. Горонівським розробили срібні та срібно-сульфідні покриття, стійкі проти хлору і хлорної води, для захисту промислової апаратури від коро-

зії. Дослідження електрокатадинового срібла як лікувального засобу узагальнено в монографії «Обезвреживание и очистка воды хлором», розроблено установки (хлоратори) періодичної та безперервної дії, впроваджені на багатьох водогінних станціях. Л.А. Кульського по праву вважають засновником наукової школи у напрямі хімії і хімічної технології очищення води. У 1954 р. групу співробітників Інституту за наполегливу працю і досягнуті успіхи в розвитку хімічної науки було відзначено державними нагородами.

У 1957 р. до Інституту приєднали одеську лабораторію та експериментальний завод «Укрдрідмет». Одеською філією ІЗНХ АН УРСР керував доктор технічних наук А.І. Перфільєв. Її основним профілем була хімія і технологія виробництва та концентрування рідкісних металів та їх сполук (одержання германію, гафнію, ванадію, цирконію, цезію, синтез та розділення рідкісноземельних елементів). А.І. Перфільєв займався розробленням та фізико-хімічним обґрунтуванням нових методів одержання германію з виробничих розчинів; роботи з аналітичної хімії рідкісних елементів проводили професор В.С. Комаровський, засновник однієї з перших шкіл аналітичної хімії, та його учні — М.С. Полуєтков, В.О. Назаренко, В.П. Антонович. Велику кількість розроблених ними технологій одержання сполук та методик аналітичного контролю за їх чистотою було впроваджено у промисловість.

Тематика наукових досліджень в Інституті у 1960–1970-ті роки продовжувала розвиватися в руслі основних хімічних напрямів, започаткованих раніше: фізична хімія іонних розплавів і твердих електролітів, неорганічна хімія, аналітична хімія, хімія і технологія кольорових та рідкісних металів. Однак поступово вона оновлювалася, деякі напрями втрачали свої позиції, інші, навпаки, розгорталися. Значно збільшився штат співробітників, структура Інституту і назви секторів, відділів, лабораторій час від часу змінювалися залежно від актуальності поставлених завдань. Удосконалювалися традиційні методи досліджень, з'являлися нові — ІЧ-, ЯМР-

Юрій
Костянтинович
Делімарський
(1904–1990),
директор
Інституту в
1960–1973 рр.



спектроскопія, ЯМ-релаксація, квантово-хімічні розрахунки тощо. У 1960 р. директором Інституту було обрано академіка АН УРСР Ю.К. Делімарського.

Юрій Костянтинович Делімарський — провідний електрохімік, ім'я якого широко відоме в науковому середовищі. Його вважають засновником радянської школи з фізичної хімії та електрохімії іонних розплавів, і один з основних напрямів діяльності Інституту — електрохімія розплавлених солей — багато в чому сформувався саме завдяки його роботам. Узагальнення, наведені в докторській дисертації Ю.К. Делімарського, дозволили йому надалі розробити завершену теорію електродних потенціалів у розплавлених солях, встановити залежність величини електродних потенціалів від атомних номерів елементів, природи солі, радіуса аніона, температури. Його наукові ідеї виявилися настільки плідними, що згодом з очолюваного ним відділу електрохімії розплавлених солей виділилися три нові структури, якими керували вже його учні: у 1970 р. — відділ кінетики електродних процесів (завідувач — О.В. Городиський), у 1973 р. — відділ електролізу розплавлених солей (завідувач — О.Г. Зарубицький) і відділ високотемпературного електрохімічного синтезу (завідувач — В.І. Шаповал).

Теоретичні праці, статті, монографії і підручники Ю.К. Делімарського стали цінним



Юрій Костянтинівич Делімарський і лауреат Нобелівської премії Лайнус Полінг. 1960-ті роки

внеском у фізичну хімію, термодинаміку розплавлених солей, загальні питання електрохімії, кінетику електродних процесів в іонних розплавах, заклали основи для розроблення багатьох нових процесів у технології електрохімічних виробництв, особливо технології одержання цирконію і берилію у промислових масштабах. Багато уваги Ю.К. Делімарський приділяв науково-організаційній роботі та вихованню наукових кадрів — під його керівництвом підготовлено 10 докторів і 55 кандидатів наук. В Інституті Юрій Костянтинівич працював з 1934 р. і до останніх днів свого життя (1990 р.).

У середині 60-х років Інститут складався вже з 25 відділів, які об'єднувалися в 6 секторів: електрохімії, колоїдної хімії, хімії комплексних сполук, хімії та технології рідкісних металів, хімії і технології води та окремий підрозділ — так звані одеські лабораторії. У цей період в Інститут прийшли такі відомі в подальшому вчені, як А.Т. Пилипенко, К.Б. Яцимирський, В.С. Сажин, Я.Г. Горощенко, С.В. Волков, В.С. Кублановський, дещо раніше — В.І. Шаповал, В.Д. Присяжний, О.Г. Зарубицький, Н.А. Костроміна, Е.В. Панов, Н.М. Іванова та ін.

Серед досліджень загальних закономірностей заслуговують на увагу праці Ю.К. Делімарського і В.О. Ізбекова зі встановлення залеж-

ності властивостей електродних потенціалів елементів від їх положення у періодичній системі, щодо систематизації стійких і радіоактивних ізотопів; пояснення аномалій атомних мас елементів (Г.П. Майтак); розроблення О.Г. Зарубицьким та І.М. Шейком низки електролітичних методів одержання чистих металів, сплавів та покриттів, рафінування важких і тугоплавких металів; роботи Д.П. Зосимовича з електрополірування металів та розроблення інгібіторів корозії; фундаментальні дослідження О.В. Городиського і Е.В. Панова зі створення теорії фарадеївського імпедансу; роботи Б.Ф. Маркова і В.Д. Присяжного, присвячені будові й термодинаміці розплавлених солей. Наукова школа Ю.К. Делімарського, представниками якої є О.В. Городиський, Б.Ф. Марков, С.В. Волков, В.І. Шаповал, В.Д. Присяжний, О.Г. Зарубицький, здобула високий авторитет у світовій електрохімії.

З появою в Інституті Костянтина Борисовича Яцимирського (академіка АН УРСР з 1964 р.) нового поштовху набули дослідження з хімії комплексних сполук. Він завідував однойменним відділом з 1961 по 1968 р., і це був дуже плідний період: проведено низку теоретичних досліджень з хімії комплексних сполук рідкісноземельних елементів; розроблено новий метод спектрографічного аналізу, який дозволяв безпосередньо визначати число комплексів у розчині і константи їх стійкості. За допомогою методів квантової хімії у відділі вивчали вплив електронної структури $3d$ - і $4f$ -елементів на стійкість, характер зв'язку і будову комплексів. У відділі хімії комплексних сполук працювали Н.А. Костроміна, З.А. Шека, Є.Ю. Крисс, Л.І. Бударін, Ю.П. Назаренко, Н.К. Давиденко та ін. Результати діяльності відділу узагальнено в низці широко відомих нині монографій, К.Б. Яцимирський неодноразово блискуче виступав з оглядовими доповідями про новітні досягнення на міжнародних конференціях.

З 1966 р. разом зі співробітниками К.Б. Яцимирський почав розробляти новий науковий напрям — біонеорганічну хімію, пов'язаний, зокрема, з вивченням координа-

ційних сполук з різними класами біолігандів (амінокислоти, пептиди, нуклеотиди, білки, ДНК) та макроциклічними лігандами, дослідженням їх біологічної активності. У 1969 р. відділ фізичної хімії координаційних сполук було переведено в Інститут фізичної хімії АН УРСР, а академіка К.Б. Яцимирського обрано його директором.

Широкого розвитку набули в Інституті дослідження хімії рідкісних і перехідних елементів, пов'язані з розробленням наукових основ синтезу нових сполук із заданими властивостями. Під керівництвом І.А. Шеки (члена-кореспондента АН УРСР з 1967 р.) співробітники відділу комплексних сполук продовжували вдосконалювати розроблені способи вилучення індію з напівпродуктів кольорової металургії та отримання індію високої чистоти. Впровадження в 1956–1960 рр. амальгамного та заснованого на реакції диспропорціювання методів стимулювало виробництво індію в нашій країні. Результати виконаних у відділі досліджень простих та координаційних сполук рідкісних елементів III–VII груп було узагальнено в численних публікаціях, зокрема в першій у світовій літературі монографії¹, присвяченій хімії галію, яку було перевидано англійською у видавництві Elsevier².

У цей період однією з головних цілей діяльності Інституту було впровадження наукових результатів у промисловість та народне господарство країни. В.С. Сажин (член-кореспондент АН УРСР з 1978 р.) розробив теоретичні основи і технологічні методи комплексного використання алюмінієвої сировини зі значним вмістом силіцію. Дослідження хімії алюмосилікатів привели до розроблення нових автоклавних методів розкладу нефелінових порід, хімічних способів одержання з каолінів концентрату з великим вмістом глинозему, отримання сульфату алюмінію з каолінів цінних нефелінових шлаків, які використовують у виробництві портландцементу.

¹ Шека І.А., Чаус І.С., Митюрева Т.Т. *Галлий*. Киев: Гостехиздат, 1963.

² Sheka I.A., Chau I.S., Mitiureva T.T. *The chemistry of gallium*. Elsevier Pub. Co., 1966.

Я.Г. Горощенко розробив нові й удосконалив наявні методи одержання сполук титану, особливо пігментного діоксиду титану.

Рентгеноструктурні дослідження В.П. Чалого, які розпочалися за його ініціативою ще у довоєнні роки, в цей період набули широкого розвитку і в 1970 р. привели до створення відділу структурних досліджень неорганічних сполук, у якому вивчали фазові перетворення при обробці гідроксидних систем, займалися синтезом феритів та дослідженням їх кристалічної структури, встановили зв'язок між властивостями та умовами осадження, складом і структурою гідроксидів металів. Розроблено гідроксидні методи синтезу феритових порошків та виробів з них промислових марок феритів різної структури.

З метою вивчення будови комплексних сполук у відділі аналітичної хімії під керівництвом А.К. Бабка і А.Т. Пилипенка створювали нові оптичні методи аналізу. Підручники з якісного та кількісного аналізу, написані цими авторами, витримали кілька видань; ними й зараз користуються в навчальному процесі студенти та викладачі. У 1975 р. відділ аналітичної хімії було переведено в Інститут колоїдної хімії та хімії води АН УРСР.

У 1970 р. за провідну роль у становленні і розвитку хімічних наукових напрямів і внесок у науково-технічний прогрес Інститут було нагороджено Ленінською ювілейною почесною грамотою ЦК КПРС, Президії Верховної Ради СРСР, Ради Міністрів і ВЦРПС.

У 1970–1980-х роках зросли масштаби фундаментальних і прикладних досліджень Інституту, плідно розвивалася педагогічна та організаційна діяльність, розширювалися міжнародні контакти, посилювався кадровий потенціал. Так, у 1981 р. штат установи налічував 480 співробітників, у тому числі 2 академіки, 3 члени-кореспонденти, 16 докторів і 180 кандидатів наук. У структурі Інституту в цей період було 13 відділів і 3 лабораторії, розподілені між трьома секторами.

У 1973 р. директором Інституту став Олександр Володимирович Городиський (академік АН УРСР з 1978 р.).



Олександр Володимирович Городиський (1930–1992), директор Інституту в 1973–1992 рр.

О.В. Городиський — широко відомий учений у галузі електрохімії, фізико-хімії іонних розплавів, кінетики катодних процесів, електрохімії неорганічних матеріалів тощо. Під його керівництвом тематика відділу електродних процесів значно розширилася: розпочалися дослідження процесів на межі електрод/електроліт зі змішаною провідністю, було створено теорії біфункціональних електрохімічних систем, нестационарного стану електродних процесів, фарадеївського електродного імпедансу, встановлено механізм і електрохімічні функції комплексоутворення, низку закономірностей електрохімічної кінетики, здійснено квантово-механічні розрахунки реакцій переносу електронів, проведено дослідження в галузі хімічних джерел струму, розроблено способи осадження гальванічних покриттів з різних електролітів та методи електрохімічної обробки металів. Отримані результати впроваджено в кольоровій металургії, гальванотехніці, для створення нових джерел струму.

У 1972 р. за цикл робіт у галузі дослідження кінетики й механізму складних електрохімічних реакцій О.В. Городиському разом із Ю.К. Делімарським та Е.В. Пановим було присуджено премію ім. Л.В. Писаржевського АН УРСР.

Серед найвагоміших здобутків в електрохімічному секторі Інституту в 1970–1980-х років слід відзначити такі:

- зареєстроване Комітетом з винаходів та відкриттів при Раді Міністрів СРСР відкриття «Явище переносу металів з катода на анод при електролізі іонних розплавів» (автори — Ю.К. Делімарський, О.Г. Зарубицький, В.Г. Буднік); це було перше відкриття в галузі хімії в Україні, воно заклало підґрунтя для створення нової галузі промисловості — піроелектрометалургії важких металів;

- створення теорії нестандартних електрохімічних процесів та фундаментальне вивчення закономірностей електрохімічної кінетики і механізму електродних процесів зумовили формування низки нових електрохімічних напрямів досліджень, появу нових антикорозійних покриттів, методів легування металів і неорганічних матеріалів (О.В. Городиський, В.І. Шаповал, О.Г. Зарубицький, І.Д. Вдовенко);

- розроблення фізико-хімічних основ і апаратурного оформлення технологій одержання високочистих металів (цинку, кадмію, марганцю, галію, індію, талію, олова, свинцю, заліза, вісмуту, нікелю, ртуті) та металоїдів (селену, телуру, миш'яку); значну частину розробок впроваджено на заводах України, Казахстану, Росії;

- до 1990 р. на базі Інституту функціонувала Наукова рада АН СРСР з координації досліджень у галузі фізичної хімії іонних розплавів і твердих електролітів, що було свідченням провідної ролі вчених Інституту (Ю.К. Делімарського, О.В. Городиського, С.В. Волкова, О.Г. Зарубицького, В.Д. Присяжного, Е.В. Панова та ін.) у розвитку цього напрямку.

У цей період у секторах загальної і неорганічної хімії активно розвивалися дослідження з хімії простих і координаційних сполук у високотемпературних умовах і в різних середовищах, кристалохімії, синтезу нових неорганічних сполук і матеріалів, розроблялися нові технології і методи переробки мінеральної сировини.

Під керівництвом І.А. Шеки було вивчено особливості комплексоутворення, гідролізу та полімеризації сполук танталу, ніобію, індію, галію, цирконію, гафнію, розроблено та впроваджено кілька технологічних методів очищення

ніобію від фтору, електрохімічного концентрування галію на рідкому металевому катоді з одночасним одержанням концентрату оксиду ванадію, запропоновано спектрофотометричний метод визначення цирконію і гафнію, нові способи розділення цирконію і гафнію, відділення гафнію від титану та кремнію.

У відділі високотемпературної неорганічної хімії, очолюваному С.В. Волковим, вивчали поведінку простих і координаційних сполук за високих температур в іонних і молекулярних розплавах і розчинах, у газовій фазі, газотранспортні реакції, хімічні реакції, стимульовані лазерним випромінюванням, проводили квантово-хімічні дослідження. Було розроблено низку нових оригінальних високотемпературних методів, таких як електронна адсорбційна спектроскопія комплексних сполук у розплавах і парах, емісійна ІЧ-спектроскопія розплавів і парів комплексних сполук; газова хроматографія для летких комплексів, радіоспектроскопія розплавів та ін. Синтезовано нові легколеткі бета-дикетонатні комплекси перехідних металів, а також галогенідні та селеногалогенідні комплекси золота, платини, паладію, що мають практичне значення, розроблено маловідходні технології добування золота з вторинної сировини, легування металів у газовій фазі тощо. Створено новий науковий напрям — високотемпературну координаційну хімію, обґрунтовано її поняття, теорії і методи; запропоновано комплексно-кластерну модель будови сольових розплавів з комплексоутворенням, універсальну модель дифузії іонів і комплексів у розплавах. Розроблена С.В. Волковим концепція ґрунтується на його баченні того, що неорганічна хімія поступово перетворилася на фізико-неорганічну хімію як за ідеологією розвитку, так і за методикою та прийомами її реалізації.

У 1970–1980-ті роки дослідження В.П. Чалого і А.Г. Білоуса були зосереджені на важкорозчинних сполуках — гідроксидах металів, а також на одержанні важливих промислових марок феритів зі структурою шпінелі, перовскіту, гранату, оскільки вироби з них мали значно кращі магнітні властивості. Розробле-



Б.Є. Патон вітає О.В. Городиського з нагородою

ний у відділі гідроксидний спосіб отримання феритів у промислових масштабах було освоєно на Дослідному виробництві Інституту та впроваджено на Київському науково-виробничому об'єднанні «Маяк» для вирощування монокристалів, з яких виробляли магнітні головки записувальних пристроїв. На основі гексафериту барію було створено магнітожорсткі матеріали для постійних магнітів та порошки для магнітних стрічок, кредитних карток, комп'ютерних дискет тощо.

У новоствореному відділі сорбції та тонкого неорганічного синтезу В.В. Стрелко разом з В.М. Беляковим займалися розробленням нових високовибіркових неорганічних іонообмінників на основі оксидів і фосфатів елементів III–V груп, встановленням механізмів сорбційних процесів, поясненням явища «сорбційної пам'яті», що дало змогу сформулювати загальні принципи синтезу неорганічних сорбентів зі специфічною адсорбційною здатністю. Під керівництвом В.В. Стрелка і М.Т. Картеля було виконано важливі дослідження вуглецевих сорбентів і гемосорбентів СКН сферичної грануляції, які мають унікальні властивості (ці роботи розпочалися ще до переходу групи В.В. Стрелка до Інституту). Сорбенти СКН застосовують для видалення отруйних речовин з організму людини, отримання особливо чистої води, вилучення благородних металів з технологічних розчинів тощо.



В.С. Кублановський і Ю.К. Пірський на Чорнобильській АЕС

Результати фундаментальних досліджень цього періоду відзначено державними нагородами та науковими преміями, а Інститут у 1981 р. за визначні заслуги в розвитку хімічної науки, підготовці наукових кадрів та з нагоди 50-річчя установи удостоєно ордена Трудового Червоного прапора.

Коли сталася аварія на Чорнобильській АЕС, співробітники Інституту разом з іншими науковцями Академії всі свої сили і знання спрямували на вирішення невідкладних завдань, пов'язаних зі знезараженням та захистом від радіонуклідів йоду, цезію, стронцію, телуру й інших радіоактивних металів у річковій воді, ґрунтах, рослинах, водоймищах (В.І. Шаповал, І.А. Шека, І.С. Чаус та ін.). Було налагоджено виробництво медичних сорбентів, активованого вугілля технічного і медичного призначення та інших препаратів для захисту від наслідків радіаційного опромінення ліквідаторів аварії (В.В. Стрелко). В.І. Шаповал очолював штаб АН УРСР з ліквідації наслідків аварії, його було нагороджено Почесною грамотою та Почесним знаком учасника ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. У 1987 р. В.М. Белякова було нагороджено медаллю за ліквідацію аварії на

ЧАЕС. Пізніше у відділі електрохімії неводних розчинів було розроблено композицію та технологію очищення питної води від радіонуклідів, важких металів, органічних і бактеріологічних забруднень у побутових і автономних умовах (В.С. Кублановський, Ю.К. Пірський).

На початку 1990-х років, після розпаду Радянського Союзу і здобуття Україною незалежності, поряд з процесами демократизації і становлення суверенної Української держави виникли й негативні тенденції, зокрема значне скорочення фінансування наукової сфери, падіння престижу професії науковця, що призвело до масового відпливу кваліфікованих кадрів. У ці складні часи, після передчасної кончини О.В. Городиського наприкінці 1992 р., керівництво Інститутом перейшло до Сергія Васильовича Волкова (академіка НАН України з 1992 р.).

Авторитет С.В. Волкова в науковому світі в цей час був уже вельми високим. Коло його наукових інтересів охоплювало фізико-неорганічну хімію, високотемпературну неорганічну хімію, електрохімію неорганічних сполук у розплавах. Він розробив унікальні методи високотемпературної спектроскопії розплавів та парів неорганічних сполук, сформулював поняття дискретної координаційної сполуки у розплавленому середовищі, визначив основні ознаки, що зумовлюють її індивідуальність, виявив нові види сполук в іонних розплавах — гетероядерні, рідкокристалічні, оксигеновані комплекси металів, що істотно розширило можливості керування реакційною здатністю розплавів. За безпосередньої участі С.В. Волкова було відкрито металокомплексний катализ у високотемпературних розплавах, отримано нові легкі термостабільні сполуки багатьох металів, що дало змогу розвинути газофазні методи формування захисних і функціональних покриттів на конструкційних матеріалах. Під його керівництвом уперше в Україні було започатковано систематичні дослідження лазерохімічних реакцій і застосовано метод динамічної голографії для вивчення розплавів, розвинуто квантову хімію координаційних сполук у кон-

денсованому стані, розроблено теорію квантових переходів, переносу електрона та вібронних ефектів у комплексах різного складу і симетрії. Результати, отримані ним разом із співробітниками, дозволили вирішити низку практичних завдань у кольоровій металургії, електронній промисловості, приладобудуванні та інших галузях промисловості.

Надалі наукові інтереси С.В. Волкова були пов'язані з розвитком нових підходів у фізико-неорганічній хімії, гетерогенно-гетерофазній координаційній хімії, хімії метастабільного стану речовин та «зеленій» хімії. Він заснував наукову школу високотемпературної координаційної хімії, представники якої (серед них понад 40 докторів та кандидатів наук) плідно працюють у наукових, навчальних і промислових центрах України та інших країн світу. С.В. Волков — автор більш як 1000 наукових праць, зокрема 15 монографій та 80 винаходів.

Творчу діяльність С.В. Волков поєднував з активною науково-організаційною роботою. До останніх днів свого життя він залишався директором Інституту, головним редактором «Українського хімічного журналу», головою Наукової ради НАН України з проблеми «Неорганічна хімія», членом інших наукових і експертних рад. Держава високо оцінила наукові здобутки С.В. Волкова — він лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (1995), заслужений діяч науки і техніки України (1998), його нагороджено багатьма орденами і медалями.

У кризових 1990-х роках штат наукових працівників Інституту зменшився. Так, у 1993 р. в Інституті працювали 1 академік, 3 члени-кореспонденти НАН України, 25 докторів і 124 кандидати наук, а через 10 років — 1 академік, 2 члени-кореспонденти, 19 докторів та 67 кандидатів наук.

У вересні 1993 р. Інституту було присвоєно ім'я його засновника — Володимира Івановича Вернадського.

На початку нового тисячоліття науково-дослідні роботи в Інституті було зосереджено в секторах неорганічної хімії (керівник — С.В. Волков), загальної хімії (керівник —

Сергій
Васильович
Волков
(1935—2016),
директор
Інституту в
1992—2016 рр.



В.Д. Присяжний) та електрохімії (керівник — О.Г. Зарубицький).

Загалом за роки незалежності України науковці Інституту досягли вагомих успіхів у розвитку фундаментальних і прикладних хімічних досліджень. Так, С.В. Волков, Н.А. Костроміна, Є.А. Мазуренко, Ю.А. Малетін, В.І. Пехньо, В.Я. Черній, О.А. Варзацький провели дослідження нового класу синтезованих халькогенідних комплексів платинових металів, золота, срібла та ін., розробили низку методів і технологічних способів їх вилучення та розділення. Вивчено властивості нових легколетких координаційних сполук *p*- і *d*-металів з дикетонами, які використовують для отримання плівок металів, оксидів, карбідів з газового середовища (CVD-метод); досліджено полядерні карбоксилатні комплекси хрому, марганцю та заліза та їх електрофізичні властивості; розроблено основи та методи одержання фталоціанінових комплексів, клатрохелатів та супрамолекулярних структур, що мають потенційну медико-біологічну активність; синтезовано низку координаційних сполук дорогоцінних металів з полідентатними лігандами, перспективними в лікуванні онкозахворювань. Роботи В.Д. Присяжного, С.В. Волкова та Т.А. Мирної заклали основи нового наукового напрямку — хімії іонних рідкокристалічних систем. Синтезовано такі системи на основі скла та



В.І. Пехньо, К.Б. Яцимирський, Б.Є. Патон і С.В. Волков на відкритті погруддя В.І. Вернадського. 2004 р.

алканоатів металів для отримання нових матеріалів оптоелектроніки, нелінійної оптики, лазерної техніки.

І.А. Шека, В.С. Сажин, Я.Г. Горощенко, А.С. Костенко, А.О. Омельчук та ін. продовжували дослідження з синтезу нових неорганічних матеріалів із заданими властивостями, розроблення прогресивних технологій переробки мінеральної сировини і видобутку з неї таких елементів, як індій, берилій, цирконій, гафній, ніобій, германій, вісмут, алюміній, зокрема особливо чистих. Інтенсивного розвитку набули дослідження будови і фізико-хімічних властивостей феромагнітних високочистих оксидних матеріалів, надпровідної кераміки, неорганічних сорбентів і мембран (В.П. Чалий, А.Г. Білоус, В.М. Бесяков, Ю.С. Дзязько).

В останні 20 років в Інституті активно розвиваються дослідження у новому напрямі — нанохімії, який охоплює синтез нанорозмірних вуглецевих матеріалів, нанотрубок, фулеренів, кластерів та вивчення їх перспективних властивостей як каталізаторів, адсорбентів, перетворювачів або накопичувачів енергії, дослідження гетероструктурних наноконструктивів з комплексних сполук родію, ренію, платинових металів у неводних середовищах, синтез та дослідження багаточарових наноструктур, нанокристалічних феромагнітних матеріалів і т. ін. (С.В. Волков, В.М. Огенко, А.Г. Білоус).

У галузі електрохімії в цей період було остаточно сформовано основи нової галузі промисловості — порошкової електрохімічної пірометалургії металів (берилію, титану, кадмію, вісмуту), які ґрунтувалися на ідеях Ю.К. Делімарського, О.В. Городиського, О.Г. Зарубицького, В.І. Шаповала. Розроблено фізико-хімічні основи електротехнологій одержання високочистих металів і металодів та їх апаратурне оформлення; механізм і технології рафінування металів з рідкими металічними та амальгамними електродами, а також фінішної обробки металів методом тонкошарового електролізу у водних та розплавлених електролітах (О.Г. Зарубицький, Л.Х. Козін, А.О. Омельчук); високотемпературний електрохімічний синтез карбідів, боридів, силіцидів тугоплавких металів у розплавлених солях (В.І. Шаповал); здійснено реалізацію псевдозрідженого електрода для вилучення слідів кольорових і благородних металів у гідроелектрометалургії та гальваніці (М.О. Шваб).

В іншому напрямі електрохімічних досліджень Інституту — вивченні законів електрохімічної кінетики і механізму електродних процесів, започаткованому О.В. Городиським, визначено умови і проведено синтез функціональних нанокристалічних вуглецю, оксидів олова, нікелю, мангану в сольових розплавах, допованих полівалентними металами (Е.В. Панов); досліджено механізм керування електрохімічними процесами в хімічних джерелах струму, гальванотехніці, гідроелектрометалургії, створено електрокаталізатори, стабільні кисневі електроди для повітряних джерел струму та паливних елементів (В.С. Кублановський, Ю.К. Пірський), електрохімічні перетворювачі енергії, літійові акумулятори з органічними електролітами, безметалеві акумулятори (О.В. Городиський, О.Т. Васько, Г.Я. Колбасов).

Цикли наукових праць і досліджень Інституту цього періоду відзначено Державними преміями України в галузі науки і техніки (В.Д. Пархоменко, П.М. Цибульов (1992); С.В. Волков, О.В. Городиський, В.І. Пехньо (1995); В.М. Огенко, А.О. Омельчук (2018)).

Група провідних співробітників Інституту (зліва направо): В.М. Огенко, О.К. Трунова, С.В. Волков, Т.А. Мирна, В.І. Пехньо, В.Я. Черній. 2015 р.



У 2006 р. Г.Я. Колбасов став лауреатом премії ім. Л.В. Писаржевського НАН України.

У ці роки проводилася активна науково-організаційна робота. Так, Інститут разом з науковими радами НАН України з проблем «Неорганічна хімія» та «Електрохімія» був організатором наукових семінарів, виїзних сесій рад, конференцій та з'їздів. Плідно розвивалася співпраця із зарубіжними колегами з Австрії, Білорусі, Ізраїлю, Китаю, Литви, Молдови, Росії, Словенії, Фінляндії, Чехії. Значну частину наукових розробок Інституту виконано за підтримки міжнародних і вітчизняних грантів (УНТЦ–НАНУ, УНТЦ, НАНУ–РФФД, NANOLICOM та ін.). В Інституті створено центри колективного користування науковим обладнанням «Монокристална дифрактометрична система SMART APEX II із CCD детектором» і «Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (РФС/ЕСХА)», центр рентгенографічних та імпедансометричних досліджень полікристалічних матеріалів.

У березні 2016 р. Інститут очолив Василь Іванович Пехньо (академік НАН України з 2021 р.). Його наукові інтереси, які сформувалися під впливом вчителя — С.В. Волкова, стосуються хімії і технології неорганічних комплексних і координаційних сполук дорогоцінних металів, сполук металів платинової групи з незвичними лігандами — похідними

гідразонів, саліцилальдимінів, карботіамідів, фосфонових та амінокислот; досліджень у напрямі так званої медичної хімії.

Структуру Інституту у 2016–2017 рр. було змінено через обмежене фінансування і зменшення кількості співробітників — залишилося 8 наукових відділів і 3 неструктурні лабораторії. Зараз в Інституті працюють 2 академіки (А.Г. Білоус, В.І. Пехньо), 3 члени-кореспонденти НАН України (А.О. Омельчук, В.М. Огенко, Г.Я. Колбасов), 15 докторів і 54 кандидати наук.

Із сучасних здобутків науковців Інституту наведемо лише окремі приклади.

У відділі, який очолює А.Г. Білоус, на основі розроблених хімічних складів оксидних композиційних матеріалів виготовлено експериментальні партії діелектричних матеріалів та досліджено їх властивості в НВЧ-діапазоні. Виготовлено резонансні елементи у вигляді діелектричних моноблоків — заготовок для радіофільтрів. Експериментальні партії моноблоків апробовано в дослідно-промислових умовах та впроваджено у виробництво радіофільтрів для апаратури GPS, що виготовляється на ДП «Оризон-Навігація». У рамках імпортозаміщення напрацьовано дослідно-промислово партію діелектричних резонаторів циліндричної форми для приймально-передавальної антени НВЧ-діапазону. У співпраці з медиками

А.Г. Білоус, Ю.Ю. Шлапа і С.О. Солопан розробляють слабоагломеровані наночастинки магнітних матеріалів на основі структури гексафериту барію, перовскіту, шпінелі, зокрема наночастинки церію з керованими розмірами для зменшення кількості радикалів кисню в організмі при радіоактивному опроміненні та запальних процесах.

Наукова група В.М. Огенка і Л.С. Лисюк з використанням плазмохімічної переконденсації і електрохімічного інтеркалювання, гідротермального методу синтезували з водних розчинів лимонної кислоти та етилендіаміну модифіковані азотом графеноподібні вуглецеві структури з можливістю регуляції їх складу, розміру і форми (кластери, трубки, волокна, сферіди, тороїди тощо). Синтезовано пористі кремнеземні матриці, в яких шари карбону сформовано піролізом введених різними способами полімерів. Такі композити характеризуються високою адсорбційною здатністю, молекулярно-ситовими властивостями і є перспективними у наноелектроніці, нанооптиці, для виробництва сорбентів, фільтрів, мембран. Встановлено залежність кластерної будови фулеренів від умов синтезу, мікро- і макрохарактеристик.

Т.А. Мирна і Г.Г. Яремчук з колегами, використовуючи іонні рідкі кристали алканоатів металів як «нанореактори», розробили нові оптичні композити на основі ІРК, що містять прості й складні металеві і/або напівпровідникові наночастинки, дослідили їх структуру та нелінійно-оптичні властивості. Ці композити перспективні для використання у функціональній електроніці, традиційній оптичній та електрооптичній галузях, динамічній голографії для створення оптичних перемикачів, детекторів, швидкодіючих фільтрів, систем з оптичною обробкою зображень.

У відділі, який очолює В.І. Пехньо, розробляють фізико-хімічні підходи до створення нових функціональних матеріалів на основі координаційних сполук прогнозованого складу, будови та властивостей. С.І. Орисик, О.М. Козачкова, Л.І. Коваль одержали і структурно охарактеризували нові молекулярного

та іонного типу моно-, гетерометальні (гетероядерні), гетеролігандні координаційні сполуки $3d$ - і платинових металів з полідентатними похідними карболанцюгових гетероциклічних ароматичних молекул; дослідили нові комплекси платинових металів та низки $3d$ -металів з похідними дифосфонових кислот, модифікованих аміно-, гідроксигрупами, різними похідними амінокислот, оксимів, гідроксиімінів тощо, як потенційну основу для засобів лікування онкологічних, вірусних, серцево-судинних захворювань та діабету, технічних композитів, мастильних композицій та магнітних матеріалів. Спільно з ученими Інституту експериментальної патології, онкології та радіобіології ім. Р.Є. Кавецького НАН України виявлено цитотоксичну активність розчинів комплексів паладію з оксietiлдендифосфоновною кислотою щодо карциноми Ерiха та імфолейкозу, яка зіставна з активністю цисплатину, але має значно меншу нефротоксичність. Одержано нові ліпофільні комплекси біометалів — $Zn(II)$, $Mo(VI)$, $Cu(II)$, $Co(II)$, $Ni(II)$ з похідними β -кето-, гідроксамових кислот, модифікованих гідрофобними замісниками, які перспективні як присадки до біобазованих мастильних композицій.

У напрямках гетерогенної координаційної хімії та створення нових функціональних неорганічних речовин О.К. Трунова зі співробітниками розробили нові підходи до синтезу гомо-, гетерополядерних та різнолігандних координаційних сполук на основі функціоналізованих O-, N-, S-вмісних комплексонів, β -дикарбонільних сполук, флавоноїдів, куркумінів, вивчають закономірності їх формування та особливості структури для створення композитних і гібридних матеріалів — суспензій, плівок, порошків із заданими біологічно активними, електропровідними, люмінесцентними та фотохімічними властивостями.

Вирішенням актуальних проблем координаційної хімії займаються сьогодні В.Я. Черній, І.М. Третьякова та інші молоді науковці. Серед головних питань — синтез макрогетероциклічних комплексів, зокрема фталоціанінів та кла-трохелатів p -, d - і f -металів, темплатний синтез

макроциклічних комплексів перехідних металів, пошук сфер їх застосування, наприклад для створення функціональних наноматеріалів, біологічно активних сполук тощо.

Одним з перспективних напрямів досліджень у відділі, який очолює Г.Я. Колбасов, є фотоелектрохімія наноструктурованих напівпровідникових матеріалів, у тому числі напівпровідникових оксидних сполук. Вивчаються фотоелектрохімічні процеси на сполуках типу $A^{III}B^V$ і $A^{II}B^{VI}$ (GaAs, InP, CdSe, CdS, CdTe і їх твердих розчинів) і фотоелектрокаталіз на нанорозмірних частинках оксидів Ti, Zr, Hf, Zn. Наноструктурування напівпровідникових електродів здійснюється модифікуванням їх поверхні нанорозмірними частинками металів (Pt, Pd, Zn, Ni) або напівпровідників (CdS, TiO_2 , TiO_2 -ZrO₂). Визначено механізм цього ефекту і доведено, що наноструктурування поверхні модифікованих електродів приводить до значного посилення їх фоточутливості. Розроблено фотоелектрохімічну систему для отримання «сонячного» водню з можливістю акумулювати водень на катоді, оминаючи стадію одержання газоподібного водню, причому як катод у такій системі можна використовувати металогідриди, які утворюють сполуки з воднем і забезпечують тривале його зберігання, а одним зі способів використання акумульованого водню є фотоакумулятор, що може забезпечувати енергією споживачів за відсутності освітлення.

Піл керівництвом А.О. Омельчука розроблено наукові основи переробки вітчизняної природної та техногенної сировини і вилучення з неї сполук заданого складу, зокрема високочистого цирконію. Визначено умови регенерації розплавлених паливно-сольових композицій ядерних реакторів нового покоління та корозійної стійкості в них конструкційних матеріалів, встановлено закономірності відновлення фторидів рідкісноземельних елементів лужними металами і цирконієм у розплавлених паливних композиціях.

Нещодавно Е.В. Панов зі співробітниками започаткували новий науковий напрям — рідиннофазовий синтез за температур < 400 °С

нових нанокристалічних функціональних матеріалів для хімічних газових сенсорів (допованих SnO_2), Li (Na)-іонних джерел струму, вуглецевих матеріалів широкого призначення. Розроблено матеріали для газового сенсора на основі нанокристалів SnO_2 з поверхневими домішками Pd, Pt, Mo, Co, які є чутливими до легколетких органічних токсичних і вибухонебезпечних сполук. Розроблено композитні електроди на основі графену та дисульфиду молібдену, які значно збільшують ефективність фотоелектрохімічних систем отримання та акумулювання водню під дією сонячного світла.

В.С. Кублановський і О.Л. Берсірова спільно з колегами розробили методологію ефективного високошвидкісного електрохімічного синтезу мультифункціональних (магнітних, електрокаталітичних, корозійно та зносостійких) щільних плівок наноструктурованих бінарних сплавів M_1M_2 (M_1 — метали підгрупи заліза (Ni, Co, Fe), M_2 — Mo, W, Re) з різних типів комплексних водних електролітів. Розвиваються напрями електрохімічного синтезу матеріалів і покриттів з цінними функціональними властивостями з водних, іонних і розплавлених комплексних електролітів, опрацьовуються теоретичні і практичні питання електрокаталізу та створення стабільних електрокаталізаторів для потреб перетворення енергії та інформації.

Сьогодні Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України є провідним академічним центром фундаментальних і частково прикладних досліджень з неорганічної хімії, хімії твердого тіла, гетерогенної координаційної хімії, електрохімії та фізичної хімії розчинів і розплавів, рідких та твердих електролітних і електродних систем, електрокаталізу, фотоелектрохімії неметалічних систем, електрохімії і технології неорганічних матеріалів. В Інституті розробляють і синтезують нові функціональні неорганічні речовини та матеріали, макроциклічні та комплексні сполуки, вирішують проблеми первинної та вторинної переробки металосировини. Результати, отримані за низкою актуальних напрямів

сучасної неорганічної хімії та електрохімії, мають світовий рівень.

За роки існування в Інституті сформувалося багато нових наукових напрямів, він став родоначальником кількох нових хімічних установ Академії. Так, крім Інституту органічної хімії та Інституту колоїдної хімії та хімії води, про які йшлося вище, у 1977 р. на базі лабораторій та дослідного заводу в м. Одеса було створено Фізико-хімічний інститут, у 1991 р. на основі відділення сорбційних процесів — Інститут сорбції і проблем ендоекології, в 1994 р. на базі відділення хімії іонних розплавів — Міжвідомче відділення електрохімічної енергетики.

Серед наукових проблем, над вирішенням яких працював В.І. Вернадський у період створення Хімічної лабораторії, була проблема встановлення закономірностей генезису мінералів, з'ясування ролі живих організмів у кругообігу хімічних елементів земної кори. В Інституті цей напрям набув розвитку в біо-неорганічній і біокоординаційній хімії. Такі наукові напрями, як хімія рідкісних елементів, сполук кремнію, глинозему, кристалографія, також можна вважати розвитком ідей академіка В.І. Вернадського.

В Інституті сформувалися всесвітньо відомі наукові школи з хімії неводних розчинів (В.О. Плотніков), колоїдної хімії (А.В. Думанський, Ф.Д. Овчаренко, О.Д. Куриленко), аналітичної хімії (А.К. Бабко, А.Т. Пилипенко, М.С. Полуєтков, В.А. Назаренко), фізичної хімії та електрохімії іонних розплавів та розчинів (В.О. Ізбеков, Ю.К. Делімарський, О.В. Городиський, С.В. Волков, В.І. Шаповал, О.Г. Зарубицький, В.Д. Присяжний), хімії комплексних сполук (Я.А. Фіалков, К.Б. Яцимирський, І.А. Шека, С.В. Волков, В.І. Пехньо), високотемпературної координаційної хімії (С.В. Волков, В.І. Пехньо, Т.А. Мирна, Є.А. Мазуренко), хімії та технології води (Л.А. Кульський).

В Інституті розроблено теоретичні основи координаційної хімії, передусім високотемпературної та гетерофазної; відкрито явище переносу металу з катода на анод; закладено наукові основи біо-неорганічної хімії; створено теорію електрохімічної кінетики в розплавах, а

також теорії в деяких напрямках твердофазної хімії; опубліковано понад 100 оригінальних монографій з цих проблем. Експериментальні й теоретичні розробки і галузі фізико-неорганічної хімії та електрохімії неводних, водних та розплавлених електролітів, встановлення нових закономірностей у фізичній хімії розплавів заклали підґрунтя нової галузі промисловості — піроелектрометалургії. Вивчення кінетики та механізмів електрохімічних процесів дозволило створити новітні технології одержання надчистих елементів, функціональних покриттів тощо.

Інститут плідно співпрацює з вітчизняними й закордонними науковими центрами та виробничими об'єднаннями. Пріоритетними напрямами такого співробітництва, зокрема в рамках міжнародної наукової кооперації за програмами ЄС «Горизонт-2020», НАТО «Наука заради миру та розвитку» тощо, є створення нових функціональних матеріалів і наноконструкцій для елементів і пристроїв, що використовуються у системах телекомунікацій та машинобудуванні; дослідження нових координаційних сполук для потреб медицини й сільського господарства; розроблення ресурсощадних технологій для ефективної переробки металовмісних природних і техногенних речовин, що безумовно сприятиме зменшенню техногенного навантаження на довкілля.

Отже, діяльність Інституту загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України у дзеркалі сьогодення — це сплав традицій вітчизняної хімії, що йдуть від Хімічної лабораторії В.І. Вернадського, фундаментальних досягнень і відкриттів, що визначають обличчя сучасної хімії, і унікальних результатів у розробленні нових хіміко-технологічних процесів та матеріалів. За ці роки опубліковано понад 175 монографій та 6500 статей, одержано близько 1400 авторських свідоцтв і патентів на винаходи, окремі розробки запатентовано у країнах близького і далекого зарубіжжя.

Авторитет і повагу Інститут завоював не тільки науковими працями особистостей, про яких йшлося в цьому нарисі, але й невтомною роботою численної армії інженерів, аспірантів,

талановитої молоді, працівників бібліотеки, допоміжних відділів і служб — усіх, хто любить свою професію, пишається своїм Інститутом і працює на благо нашої країни.

На майбутнє Інститут ставить перед собою завдання подальшого проведення фундаментальних і прикладних досліджень у найбільш актуальних напрямках хімічної науки, вирішення невідкладних для нашої країни проблем сьогодення. За висловом академіка НАН України С.В. Волкова, «кінцевою метою усіх

фундаментальних і прикладних досліджень має бути розробка нових технологій, які в максимально можливій мірі розв'яжуть проблеми надзвичайно актуальних для України «трьох Е»: економіки — енергетики — екології. Для цього необхідні дослідження і можливості більш екологічного, економного і комплексного використання первинної та особливо включення у виробництво вторинної сировини. Збереження природних ресурсів — це питання виживання людства у XXI столітті».

Vasyl I. Pekhnyo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8346-9116>

Larysa B. Koval

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3931-2672>

Vernadsky Institute of General and Inorganic Chemistry
of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

VERNADSKY INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
OF THE NAS OF UKRAINE: AT THE TURN OF THE MILLENNIUM

To the 90th anniversary of the institution

September 12, 2021 marked the 90th anniversary of the actual day of creation of the Vernadsky Institute of General and Inorganic Chemistry of the NAS of Ukraine, one of the oldest centers of academic chemical science. The article highlights the history of creation of the Institute, formation and development of major research areas and significant achievements of its staff.