

До 75-річчя Інституту
органічної хімії НАН України



**КАЛЬЧЕНКО
Віталій Іванович** –
член-кореспондент НАН України,
доктор хімічних наук, професор,
директор Інституту органічної
хімії НАН України

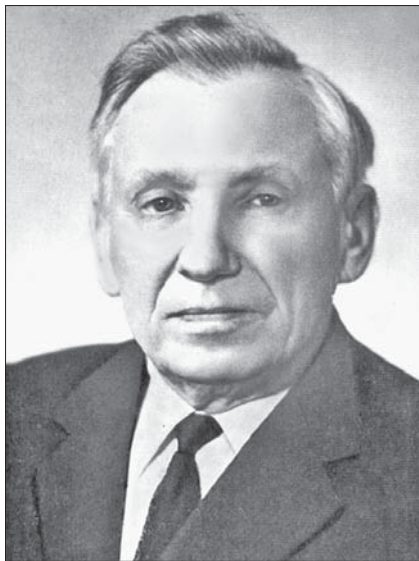
НАУКОВІ ШКОЛИ ІНСТИТУТУ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Цього року виповнюється 75 років від дня заснування Інституту органічної хімії НАН України – одного з провідних наукових закладів Національної академії наук України. За цей період учені Інституту зробили вагомий внесок у скарбницю світової науки. Про наукові школи, започатковані видатними хіміками-органіками – співробітниками Інституту, йдеться у цій статті.

Академік А.І. Кіпріанов та його учні

Директор Інституту органічної хімії (1945–1960), віце-президент АН УРСР (1946–1948), голова Відділення фізико-хімічних та математичних наук АН України (1945–1957), заслужений діяч науки України, лауреат Державної премії СРСР академік АН УРСР Андрій Іванович Кіпріанов (1896–1972) – визначний теоретик органічної хімії, вчений зі світовим ім'ям, один із найвидатніших фахівців у галузі хімії поліметинових барвників. Глибокі всебічні праці А.І. Кіпріанова стали основою сучасної теорії кольоровості органічних сполук. Він зробив великий внесок у розвиток цілої низки розділів хімії гетероциклічних сполук. Теоретичні дослідження А.І. Кіпріанова стосувалися цілеспрямованого синтезу ціанінових барвників – ефективних фотосенсибілізаторів, які широко застосовуються у кінофотопромисловості. Його педагогічна діяльність пов'язана з Харківським і Київським університетами.

Андрій Іванович Кіпріанов народився 16 липня 1896 р. у селі Руські Тишки Харківської губернії в родині священика. Після закінчення чотирьох класів духовної семінарії він вступив на природниче відділення Харківського університету. Навчання успішно поєднував з науковою працею, свої перші дослідження в галузі органічної хімії А.І. Кіпріанов виконував під керівництвом професора К.А. Красуського. Закінчивши університет у 1919 р., він залишився на кафедрі органічної хімії як стипендіат для підготовки до професорського звання, яке здобув у 1930 р. У 1934 р. А.І. Кіпріанову було присвоєно науковий ступінь кандидата хімічних наук без захисту дисертації. З 1939 р. він очолював кафедру технічної хімії в Харківському університеті.



Академік А.І. Кіпріанов
(1896–1972)

Паралельно з викладацькою й науковою роботою в Харківському університеті А.І. Кіпріанов проводив дослідження в Українському науково-дослідному інституті прикладної хімії, де організував лабораторію органічного синтезу. Його діяльність у 30-ті роки визначалася запитами молодшої хімічної промисловості. Зокрема, Андрій Іванович працював над розв'язанням проблеми використання відходів хімічного виробництва — поліхлоридів ароматичних сполук, розробив метод одержання пірокатехіну з відходів виробництва хлорбензолу. На основі цього методу було побудовано цех з виробництва пірокатехіну на Рубіжанському хімічному комбінаті. До цього періоду належать його дослідження з використання поліхлоридів бензолу в синтезі барвників, виділення аценафтену з кам'яновугільної смоли, окиснення аценафтену до аценафтенхінону.

Однією з нагальних потреб молодшої радянської кінофотопромисловості була заміна імпортованих матеріалів вітчизняними. Це завдання стало поштовхом для А.І. Кіпріанова розпочати роботи із синтезу барвників-сенсibiliзаторів, здатних підвищувати чутливість фотоматеріалів. У ті роки в закордонній літературі з'являлися поодинокі повідомлення, пере-

важно патентного характеру, присвячені фотосенсибілізаторам, а теоретичних досліджень з цього напрямку практично не було. З великої кількості різноманітних барвників Андрій Іванович, керуючись науковою інтуїцією, обрав саме ціанінові, що містили ядра бензотіазолу, і не помилився. Серед нових синтезованих барвників цього класу було знайдено кілька ефективних фотосенсибілізаторів. Протягом багатьох десятиліть їх виготовляли на заводі у м. Шостка і використовували у виробництві кіноплівок з підвищеною чутливістю.

А.І. Кіпріанов ставив за мету систематизацію властивостей барвників і виявлення закономірностей зміни їх кольору залежно від будови. Такий підхід дав можливість зрозуміти причину багатьох явищ, які на той час не мали пояснень, і перейти до теоретичних узагальнень.

З 1939 р., коли А.І. Кіпріанова було обрано членом-кореспондентом АН УРСР, розпочався новий період його наукової діяльності, тісно пов'язаний з Академією наук. Наступного року він захистив докторську дисертацію і став професором кафедри хімічної технології Харківського університету.

На початку Великої Вітчизняної війни Андрія Івановича з групою його співробітників було направлено до Уфи. В евакуації він продовжував інтенсивно працювати, виконував роботи для військового відомства, забезпечував ефективне використання наукових кадрів для надання допомоги місцевій промисловості.

У 1942 р., після смерті академіка В.П. Яворського, А.І. Кіпріанова було призначено директором Інституту хімії АН УРСР. Того ж року за дослідження в галузі ціанінових барвників Андрію Івановичу присуджено Державну премію СРСР, а в 1945 р. його обрано дійсним членом Академії наук УРСР. З 1945 до 1960 р. він очолював Інститут органічної хімії АН УРСР. Крім активної наукової і викладацької діяльності А.І. Кіпріанов багато часу приділяв науково-організаційній сфері як член Президії АН УРСР, голова Відділення фізико-хімічних та математичних наук, віцепрезидент АН УРСР. Він встигав виконувати

такий величезний обсяг роботи, що викликав щире захоплення й подив у тих, кому довелося з ним працювати.

З початком роботи на посаді директора Інституту А.І. Кіпріанов створив лабораторію органічного синтезу, на основі якої пізніше організував відділ кольору й будови органічних сполук. Тематика досліджень охоплювала також низку суміжних галузей органічної хімії, таких як синтез і дослідження нових гетероциклічних сполук, переважно проміжних продуктів синтезу барвників. Цим відділом Андрій Іванович керував до кінця свого життя.

У післявоєнний період А.І. Кіпріанов багато уваги приділяв роботам зі встановлення зв'язку між будовою гетероциклічних сполук та їх фізіологічною активністю. Цей науковий напрям охоплював широке коло питань хімії феназину, бензотіазолу й піридотіазолів. Дослідження спрямовувалися на з'ясування будови певних природних антибіотиків, пошук нових фізіологічно активних речовин, синтез нових медичних препаратів. У результаті було розроблено метод синтезу саназину, гомолога природного антибіотика піоціаніну. Нині саназин широко застосовують при лікуванні гнійно-запальних процесів, деяких форм туберкульозу тощо. У 1949–1950 рр. А.І. Кіпріанов, С.Б. Серебряний та В.П. Чернецький синтезували і встановили будову іншого антибіотика ряду феназину — іюдиніну. Це був перший у СРСР синтез антибіотика.

Поряд із синтезом і дослідженням нових фізіологічно активних речовин А.І. Кіпріанов брав участь у розробках, пов'язаних з виробництвом медичних препаратів, які вже застосовувалися на той час, удосконалюючи методи їх синтезу й допомагаючи організувати нові виробництва. Під його керівництвом було поліпшено метод одержання важливого синтетичного антибіотика синтоміцину, створено виробництво рентгеноконтрастних препаратів.

Не залишилася поза увагою Андрія Івановича і проблема синтезу барвників для фарбування текстилю. Через низьку стійкість до дії світла ціанінові барвники не використовували в текстильній промисловості. Однак у 1949 р.



Співробітники лабораторії органічного синтезу: 1-й ряд — С.Г. Фрідман, А.І. Кіпріанов, К.Д. Сич, І.К. Ушенко, С.Б. Серебряний; 2-й ряд — прізвище співробітниці невідоме, М.Д. Воспітаник, З.Н. Позенко, Ю.С. Розум, Н.А. Ллюшина; 3-й ряд — М.М. Крощенко, В.П. Чернецький, В.М. Зубаровський

А.І. Кіпріанов і Г.М. Оксенгендлер одержали діазстирил — перший барвник для фарбування волокна з поліакрилонітрилу. Спосіб Кіпріанова й нині застосовують на практиці поряд з патентованими методами отримання цього важливого класу яскравих і дуже стійких барвників.

Пізніше нагальні запити вітчизняної промисловості кінофотоматеріалів сформували ще один напрям ціанінової тематики Кіпріанова — синтез поліметинових барвників для лазерної техніки. Розроблення методів синтезу різних гетероциклічних сполук, здатних утворювати барвники, стимулювало розвиток хімії ціанінових барвників. Роботи А.І. Кіпріанова і його учнів В.М. Зубаровського, К.Д. Сич, І.К. Ушенка, Ю.С. Розума, Ф.А. Михайленка істотно розвинули препаративну хімію тіазолу, бензотіазолу, бензімідазолу та інших гетероциклів.

Тісно пов'язані з хімією ціанінових барвників роботи А.І. Кіпріанова, Ю.Л. Сломінського і О.І. Толмачова з вивчення ціанінових основ та способів синтезу четвертинних солей слабких гетероциклічних основ за допомогою нових алкілувальних реагентів — ефірів нітробензолсульфокислот. Андрій Іванович зі співробітниками (І.Л. Мушкалом, Г.Г. Дядюшею, Ф.А. Михайленком) досліджував гіпсохромні

зсуви (девіації) у несиметричних барвниках, сольватохромію, ефект просторових перешкод і взаємодію хромофорів у біс-барвниках.

У 50-ті роки дослідження ціанінових барвників і теорії кольоровості опинилися під загрозою. Після сумнозвісної сесії ВАСГНІЛ почалися переслідування вчених за нібито ворожі радянській країні погляди, вчення й теорії.

Перші обвинувачення з боку академіка Лисенка були спрямовані проти біологів і біохіміків. Згодом хвиля критики поширилася й на хіміків. В Україні об'єктом нападок став А.І. Кіпріанов. Радянська ідеологічна машина примушувала його покаятися у застосуванні «ворожої» теорії резонансу. У 1951 р. на Всесоюзній нараді Відділення хімічних наук АН СРСР він, відстоюючи свої наукові позиції, зробив таку заяву: *«Працювати в галузі синтезу ціанінових барвників, фотосенсибілізаторів без дослідження теорії електронних зміщень, на мою думку, в наш час просто неможливо. Якби ми, в хімії барвників, не використовували теорію кольоровості, тобто головним чином теорію електронних зміщень ланцюгами кон'югації, ми були б приречені на чисту емпірію»*. По суті, він запропонував просто не використовувати терміни, які драгували радянських наукових ідеологів, замінивши їх іншими, більш прийнятними.

Починаючи з 1944 р. Андрій Іванович завідував кафедрою органічної хімії Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка. Керуючи науковими темами з хімії гетероциклічних сполук і поліметинових барвників, він зробив істотний внесок у подальший розвиток цього напрямку на хімічному факультеті. Зокрема, разом із К.С. Тимошенко (Левченко) А.І. Кіпріанов розвивав концепцію сольватохромії мероціанінів; з Ф.С. Бабичевим досліджував реакції метиленових основ ряду тіазолу з галогенними алкілами; з В.А. Шрубівичем вивчав вплив просторових перешкод на спектри поглинання четвертинних солей азотистих гетероциклів і барвників; з М.Ю. Корніловим досліджував реакцію «іоногенного» приєднання галогенів до похідних гетероциклічних основ; з В.П. Хилею розробляв нові підходи

до синтезу стійких глибоко забарвлених поліметинових барвників шляхом уведення насичених і ароматичних гетероциклічних угруповань у хромофор. Гетероциклічну і ціанінову тематику учні А.І. Кіпріанова (Г.Т. Пілюгін, І.К. Ушенко, В.Ю. Буряк) продовжували й в інших вишах України.

Життя А.І. Кіпріанова трагічно обірвалося 29 вересня 1972 р., але він залишив після себе широко відому в усьому світі потужну наукову школу. Так, після його загибелі в бельгійському журналі промислової хімії було опубліковано статтю відомого вченого-хіміка А. Ван Дормеля, яка називалася «Хімія поліметинових барвників у траурі». Важливим фактором, що забезпечив високий науковий рівень робіт учнів Кіпріанова, був принцип гармонійного поєднання експериментальних досліджень з розвитком фундаментальної теоретичної бази.

Сьогодні найкращою пам'яттю про Андрія Івановича є розвиток закладених ним наукових напрямів. У кіпріанівському відділі кольору й будови органічних сполук, яким нині керує професор О.О. Іщенко, дослідження спрямовані на розвиток теорії кольоровості органічних сполук, розроблення хімії поліметинових барвників, одержання нових сенсибілізаторів для світлочутливих матеріалів, барвників для лазерної техніки, створення матеріалів для реєстрації, збереження й оброблення інформації, фотовольтаїки і оптоелектроніки. Представники наукової школи Кіпріанова синтезували понад 8 тис. барвників, переважно поліметинового ряду.

Академік Є.О. Шилов та його наукова школа

Академік АН УРСР Євген Олексійович Шилов (1893–1970) – видатний хімік-органік, засновник великої наукової школи, добре знаної у світовій науковій спільноті, основні дослідження якої спрямовано на вивчення кінетики і механізмів органічних гетеролітичних реакцій.

Євген Олексійович Шилов народився 10 серпня 1893 р. у Серпухові в сім'ї бухгалтера. У 1917 р. закінчив Московський університет і працював у Івановському хіміко-тех-

нологічному інституті, де з 1925 р. очолював кафедру органічної хімії. У 1938 р. йому присвоєно ступінь доктора хімічних наук без захисту дисертації, у 1945 р. обрано членом-кореспондентом АН УРСР, а в 1951 р. — академіком АН УРСР. У 1947 р., після переїзду до Києва на запрошення А.І. Кіпріанова, Євген Олексійович організував в Інституті відділ механізмів органічних реакцій, яким керував до самої своєї смерті.

Початок наукової діяльності Є.О. Шилов був пов'язаний з вивченням рівноваги пікринової та азотної кислот у водному середовищі, але Перша світова війна змінила його спрямування в бік розв'язання військово-технічних проблем — отримання отруйних речовин, чистого монооксиду вуглецю, оцтового ангідриду, салолу, кетону Міхлера тощо. Згодом тематика наукових інтересів Євгена Олексійовича значно розширилася. Особливо слід відзначити його дослідження з синтезу каучуку, зокрема механізму утворення дивінілу зі спирту, а також великий цикл робіт з теорії галогенування органічних сполук. Він розробив теорію хлорного відбілювання і теоретичні основи промислового одержання 2-хлоретанолу. За допомогою вдосконаленого струменевого методу, який і донині використовують для вимірювання дуже швидких реакцій, Є.О. Шилов і С.М. Солодушенков уперше визначили швидкість гідролізу хлору у воді.

У своїх роботах Євген Олексійович успішно застосував кінетичні методи досліджень, що дало йому змогу з'ясувати проміжні стадії та визначити комплекси в реакціях приєднання до ненасичених молекул. Одночасно з Д. Дьюаром та незалежно від нього Є.О. Шилов обґрунтував утворення проміжних частинок — комплексів електрофільних реагентів з молекулами ненасичених сполук, відомих нині як π -комплекси. Ще за життя Євгена Олексійовича його учень Ю.О. Сергучов визначив термодинамічні характеристики і константи рівноваги π -комплексів хлор-олефін за допомогою методу «зупиненого струменя».

Під час Великої Вітчизняної війни Є.О. Шилов у місті Іваново організував та очолив ви-



Академік Є.О. Шилов (1893–1970)

робництво нових на той час сульфамідних препаратів, а також «зеленки» для потреб фронту.

Є.О. Шилов був піонером учення про механізми органічних реакцій, обґрунтував цілу низку фундаментальних положень у цій галузі. Одним із основних постулатів сучасного вчення є принцип донорно-акцепторної взаємодії, який запропонував Євген Олексійович. Він першим висловив ідею про те, що утворення циклічних перехідних станів полегшує перебіг хімічних взаємодій. Є.О. Шилов став фундатором великої школи хіміків з вивчення механізмів органічних реакцій. Серед його учнів відомі вчені М.П. Каняєв, О.О. Ясников, І.В. Смирнов-Замков, Г.Ф. Дворко, В.І. Станінець, Ю.О. Сергучов, О.М. Полумбрик, Д.Ф. Миронова та ін.

Вивчаючи механізми реакцій приєднання до ненасичених молекул, Євген Олексійович уперше пов'язав кінетику реакцій з їх стереоспрямованістю. Основною ідеєю цих робіт було положення про те, що просторова будова продуктів реакції зумовлена будовою перехідних станів. Є.О. Шилов сформулював принцип перебігу реакцій через утворення донорно-акцепторних комплексів, згідно з яким під час гетеролітичних реакцій на ненасичену молекулу діють послідовно донор і акцептор електро-



Перші співробітники лабораторії Є.О. Шилова; зліва направо: І.В. Смирнов-Замков, лаборант Луїза, Є.О. Шилов, О.О. Ясников



Є.О. Шилов зі співробітниками відділу. Зліва направо: К.І. Матковський, Г.Ф. Дворко, Ф.М. Вайнштейн, Є.О. Шилов, Г.О. Пісковітіна і О.О. Ясников

нів, утворюючи тримолекулярний перехідний комплекс, що не спричинює повну іонізацію реагентів. Легкість реакцій приєднання, які відбуваються через циклічні комплекси, було показано для тих реакцій, які без циклоутворення не йдуть взагалі. Механізм циклізації та величезні синтетичні можливості утворення гетероциклічних сполук різних типів були реалізовані Є.О. Шилівим, В.І. Станінцем та їх учнями.

На початку 50-х років Є.О. Шилов та його син Олександр Євгенович відкрили реакції нуклеофільного приєднання галогеноводневих кислот до ацетиленових сполук у розчинах їх

солей в оцтовій кислоті або за наявності домішок слабких кислот.

Одночасно з роботами з вивчення механізмів приєднання до кратних зв'язків Євген Олексійович систематично досліджував реакції електрофільного заміщення в ароматичних системах із застосуванням синтетичного, ізотопного і кінетичних методів. Запропонований ним механізм сульфонування ароматичних сполук увійшов до відомого підручника Чичибіна з органічної хімії.

З метою вивчення механізму дії активного хлору на органічні молекули Є.О. Шилов і О.О. Ясников досліджували окиснення оксиальдегідів та оксикислот хлорнуватистою кислотою. У результаті було визначено активні агенти окиснення модельних сполук целюлози, з'ясовано, що окиснення відбувається через стадію утворення естерів гіпохлоритної кислоти, причому оксиальдегіди окиснюються у енольній формі.

У 1950 р. Є.О. Шилов розпочав новий цикл робіт з дослідження біохімічних процесів. Він вивчав реакції за участю органічних каталізаторів, активні групи яких характерні для багатьох ферментів, проводив пошуки попередників каучуку та інших ізопреноїдів у рослинах-каучуконосіях. У цих роботах було застосовано новий на той час метод уведення в окремі частини живих рослин сполук з радіоактивною міткою. На основі аналізу отриманих даних було з'ясовано роль аланіну, оцтової кислоти та деяких тривуглецевих сполук (ацетолу, гліцерину, аміноацетону) у біосинтезі каучуку і каротину.

Під час вивчення каталітичних реакцій було знайдено специфічну дію біфункціональних каталізаторів у енолізації та конденсації карбонільних сполук, що пов'язано з утворенням циклічних перехідних комплексів і певною мірою пояснює високу активність та специфічність біологічних каталізаторів — ферментів.

Завдяки розвитку досліджень механізмів темнових стадій фотосинтезу в зелених рослинах, які свого часу розпочав Євген Олексійович, у 1963 р. в Інституті було створено лабораторію фотосинтезу, яку очолив О.О. Яс-

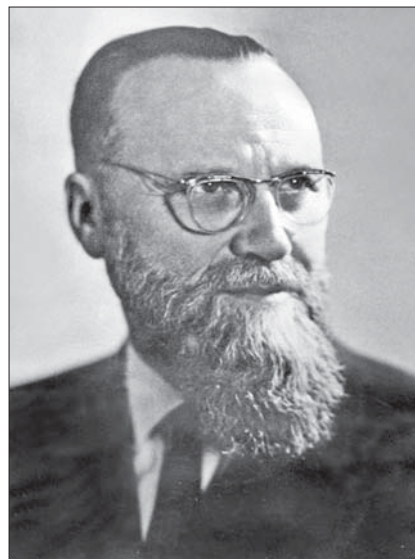
ников — талановитий учень Є.О. Шилова. Під його керівництвом розроблено теорію радикальних перетворень у реакціях, що моделюють нікотинамідні коферменти, відкрито каталітичні властивості цитохрому С у фосфорильованні АДФ. На основі теоретичних біоміметичних підходів О.О. Ясников створив і впровадив промислову технологію одержання фосфорильованих крохмалів.

Взагалі неможливо навіть просто перелічити всі результати наукових досліджень, отримані під керівництвом Є.О. Шилова.

Після смерті Євгена Олексійовича відділом механізмів органічних реакцій керував член-кореспондент АН УРСР О.О. Ясников, у 1977—2008 рр. — професор В.І. Станінець, а з 2009 р. — професор М.В. Вовк. Продовжуючи традиції наукової школи Шилова, група під керівництвом В.І. Станінця проводить дослідження кінетики, механізму, стереохімії і синтетичного потенціалу електрофільної внутрішньомолекулярної циклізації функціонально заміщених олефінів і ацетиленів. Ю.О. Сергучов зі своїми співробітниками вивчає кінетику, механізми і каталіз галогенування органічних сполук, молекулярні комплекси галогенів, розробляє промислові методи одержання хлорорганічних продуктів. Нині відділ розвиває нові стратегії і підходи до синтезу біологічно активних органічних сполук ангулярної будови, започаткував новий напрям з дослідження механізму і селективності фтороциклізації ненасичених сполук, зважаючи на вимоги часу, проводить пошук селективних каталізаторів промислових процесів хлорування ароматичних сполук.

Академік О.В. Кірсанов і його наукова школа

Академік Олександр Васильович Кірсанов (1901—1992) — директор Інституту органічної хімії (1960—1983), всесвітньо відомий учений у галузі фосforo- і сіркоорганічних сполук, лауреат Ленінської премії, заслужений діяч науки України, автор двох іменних реакцій, засновник школи хіміків-елементоорганіків України.



Академік О.В. Кірсанов (1901—1992)

Олександр Васильович Кірсанов народився 2 листопада 1901 р. в Москві в сім'ї інженера-транспортника. Закінчив Московське вище технічне училище (МВТУ) і вступив до аспірантури при кафедрі органічної хімії, яку на той час очолював відомий учений академік Олексій Євгенович Чичибабін. Наукова школа Чичибабіна славилася свободою думки, широтою пошуку, майстерністю виконання дослідів, високою науковою і людською порядністю. Усі ці характерні риси перейняв і засвоїв О.В. Кірсанов. Темою його перших досліджень було амідування нікотину та синтез оксипіридинкарбонових кислот.

Упродовж багатьох років у МВТУ Олександр Васильович вивчав хімію піридинових основ, будову складної природної сполуки бергеніну, впровадив у промислове виробництво алкалоїди кокаїн і гідрастин.

З 1932 по 1944 р. Олександр Васильович працював у Свердловську. У цей період він з'ясував механізм реакції амідування піридину, розпочав роботи з використання озону для очищення нафти, розробив хімічний метод вилучення марганцю з бідних руд, запропонував низку окисно-відновних індикаторів, у тому числі фенілантранілову кислоту, яку широко використовують і сьогодні. У 1939 р. йому



О.В. Кірсанов зі своїми молодими учнями — майбутніми академіками Л.М. Марковським (зліва) та В.П. Кухарем. 1977 р.

було присуджено науковий ступінь доктора хімічних наук без захисту дисертації, за сукупністю наукових праць.

Під час Великої Вітчизняної війни Олександр Васильович виконував багато завдань, які ставило радянське керівництво для потреб фронту. Зокрема, він створив ефективні лікарські засоби — карбосульфаміди, розробив методи відновлення дефіцитних медикаментів, для яких минув термін придатності; керував введенням в експлуатацію установки для виробництва сахарину. У 1944 р. О.В. Кірсанов переїхав до напівзруйнованого Дніпропетровська завідувати кафедрою органічної хімії Дніпропетровського металургійного інституту. Саме тут він з невеликою групою співробітників виконав дослідження з хімії амідів сірчаної кислоти і розпочав роботи з хімії фосфорорганічних сполук.

У 1949 р. він відкрив свою першу іменну реакцію Кірсанова — синтез амідів карбонових кислот жирного, ароматичного і гетероциклічного рядів, діалкіламідів і феніламідів цих кислот прямим амідванням сульфамідом. Водночас він знайшов зручний метод синтезу імідосульфаміду. За ці дослідження йому було присуджено премію ім. Д.І. Менделєєва АН СРСР (1951) за номером один.

Вивчаючи взаємодію сульфамінової кислоти з пентахлоридом фосфору, О.В. Кірсанов

синтезував сполуку з подвійним зв'язком фосфор — азот. З цього розпочалося систематичне вивчення фосфазореакції — взаємодії сполук, що містять аміногрупу, з пентахлоридом фосфору та іншими галогенфосфоранами. Фосфазореакція у світовій хімічній літературі також дістала назву реакції Кірсанова. Значною мірою завдяки цьому відкриттю сполуки з подвійним зв'язком фосфор — азот стали одним із найважливіших класів фосфорорганічних сполук, який налічує тисячі представників.

У 1953 р. Олександр Васильович відкрив ще один спосіб синтезу імінофосфорних сполук — окисне імінування похідних тривалентного фосфору N-хлоровмісними реагентами. Ця реакція імінування, як і фосфазореакція, є основним препаративним методом синтезу імінофосфорних сполук.

У 1951 р. О.В. Кірсанова було обрано членом-кореспондентом АН УРСР. Через 5 років на запрошення А.І. Кіпріанова він переїхав до Києва в Інститут органічної хімії АН УРСР, а в 1960 р. вже академік О.В. Кірсанов став директором цієї установи. Завдяки його невичерпній енергії, знанням і організаторському таланту Інститут перетворився на потужний науковий центр з органічної хімії і хімії елементоорганічних сполук.

У Києві О.В. Кірсанов одразу розгорнув повномасштабні дослідження з хімії фосфорорганіки, започаткувавши свою, нині всесвітньо відому, наукову школу. Взагалі Олександр Васильович був надзвичайно різноплановою людиною, мав енциклопедичні знання в багатьох галузях. Зацікавившись історією науки, він встановив, що його наукова школа походить від Юстуса фон Лібіха за таким ланцюжком: Лібіх — Зінін — Бутлеров — Марковников — Чичибабін — Кірсанов. Ось як Кірсанов писав про наукові школи:

«Першою у світі науковою школою (якщо не враховувати Грецію і Рим) була школа Лібіха, і вона породила багато наукових шкіл Європи. У цих школах їх очільники прагнули до того, щоб не лише вони, а й їхні учні були генераторами ідей, щоб вони виявляли максимум ініціативи і, отже, надалі могли успішно працю-

вати самостійно, а не бути тільки вправними лаборантами при голові школи. Тут варто зазначити, що, на жаль, такий порядок, така система виховання є далеко не в усіх наукових школах. Ми знаємо чимало наукових шкіл, де єдиним генератором ідей є голова школи, а учні — лише виконавці настанов свого вчителя. Такі школи значно менш ефективні і після смерті вчителя розпадаються, а школи, де розвивається ініціатива і наукова фантазія учнів, живуть і після смерті вчителя і породжують нові школи».

Саме на таких засадах Олександр Васильович вибудовував свою школу, яка і сьогодні продовжує активно розвиватися. Роботи О.В. Кірсанова і його послідовників з хімії фосфоросіркоорганічних сполук стали класичними та мають велике теоретичне та практичне значення. Його учні академіки Л.М. Марковський і В.П. Кухар заснували власні наукові школи та очолили великі наукові колективи.

Одним із найталановитіших учнів Кірсанова був член-кореспондент АН УРСР Г.І. Деркач, який створив новий науковий напрям — хімію ізоціанатів фосфору. На жаль, через автокатастрофу він дуже рано пішов з життя.

Разом із Н.Г. Фещенко Кірсанов започаткував дослідження йодидів фосфору і на їх основі розробив технологію одержання триалкілфосфіноксидів, які використовують як екстрагенти рідкісноземельних металів та актинідів у гідрометалургії і радіохімічній промисловості.

Молодий талановитий московський хімік Юрій Гололобов свого часу переїхав до Києва на запрошення Кірсанова. Багато років член-кореспондент НАН України Ю.Г. Гололобов очолював відділ хімії елементоорганічних сполук, зробивши значний внесок у розвиток цієї галузі.

Заступником Кірсанова з наукової роботи був А.Д. Синиця. Він запропонував методи синтезу і дослідження хімічних властивостей імінофосфонатів. За визнанням фахівців КБ «Південне» створений ним стабілізатор епоксидного зв'язуючого уможливив розроблення найкращого у світі за ваговими параметрами корпусу твердопаливного ракетного двигуна.

Гідним представником кірсанівської школи є член-кореспондент НАН України О.І. Колодзяний. Його дослідження в галузі фосфорорганічних сполук, зокрема з хімії ілідів фосфору, добре відомі світовій науковій спільноті.

Сьогодні хімія похідних фосфору є одним зі стратегічних напрямів наукових досліджень Інституту органічної хімії НАН України. Цей напрям успішно розвивається у відділах хімії фосфорорганічних сполук під керівництвом доктора хімічних наук О.М. Костюка, хімії елементоорганічних сполук під керівництвом професора П.П. Ониська, хімії фосфоранів під керівництвом члена-кореспондента НАН України В.І. Кальченка.

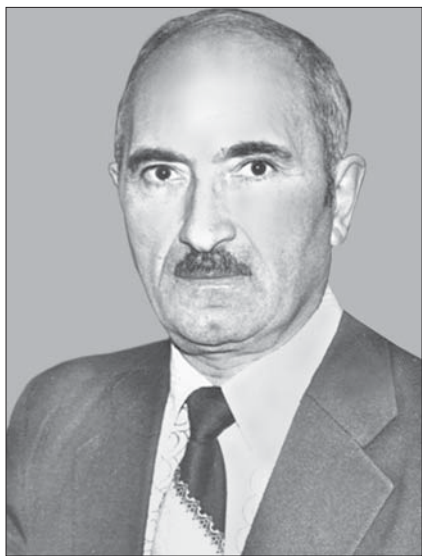
Академік Л.М. Марковський та його учні

Академік НАН України Леонід Миколайович Марковський (1939–1998) — талановитий хімік-органік, усебічно відомий фахівець у галузі органічної хімії фосфору, сірки, телуру, фтору, хімії вільних радикалів, хімії макроциклічних сполук, засновник наукової школи, директор Інституту органічної хімії (1983–1998).

Леонід Миколайович Марковський народився 21 листопада 1939 р. у містечку Гродекове Уссурійської області Приморського краю



Академік Л.М. Марковський
(1939–1998)



Професор Л.М. Ягупольський
(1922–2009)

в родині військовослужбовця. У 1961 р. закінчив Львівський політехнічний інститут і вступив до аспірантури Інституту органічної хімії. Після захисту кандидатської дисертації Леонід Миколайович спочатку працював у відділі О.В. Кірсанова, а потім перейшов у відділ хімії сіркоорганічних сполук, який очолювала К.С. Левченко. У той час він зосередив свої зусилля на розробленні методів синтезу і вивченні властивостей галогенангідридів імінокислот чотиривалентної сірки, що містять замісники різної природи біля імінного атома азоту. Результати цих досліджень стали основою докторської дисертації, яку Л.М. Марковський блискуче захистив у 1974 р.

У 1973 р. Л.М. Марковський створив відділ хімії антипіренів, розробив і налагодив виробництво таких сполук під загальною назвою «Фламал» для електротехнічної, гірничої промисловості, ракетно-космічної техніки.

Багато уваги Леонід Миколайович приділяв синтезу біологічно активних речовин, створенню субстанцій препаратів для медицини і ветеринарії. Маючи інженерно-технологічну освіту, він професійно координував роботу Інституту і Дослідного виробництва, досконало знав специфіку і проблеми виробничників.

Л.М. Марковський разом зі своїм учнем професором В.Ю. Пашинником синтезували діалкіламінотрифторсульфурані, які знайшли широке застосування для введення атомів фтору в різноманітні типи органічних сполук, зокрема біологічно активні.

Учень Леоніда Миколайовича професор Ю.Г. Шермолівич і колектив очолюваного ним відділу хімії сіркоорганічних сполук зробили вагомий внесок у дослідження фторованих аліфатичних, аліциклічних та гетероциклічних сполук сірки.

Крім сірко- та фторорганічної хімії Л.М. Марковський вивчав похідні гіпо- і гіперкоординованого фосфору, фосфоровмісних краун-етерів. Започатковані ним дослідження в галузі супрамолекулярної хімії макроциклічних сполук нині успішно продовжує його учень член-кореспондент НАН України В.І. Кальченко.

Наукова школа Л.М. Ягупольського

Професор Лев Мойсейович Ягупольський (1922–2009) – видатний український хімік-органік, засновник усього відомої наукової школи з хімії фторорганічних сполук.

Лев Мойсейович Ягупольський народився 6 лютого 1922 р. в Умані. В 1939 р. вступив на хімічний факультет Київського університету ім. Т.Г. Шевченка, але навчання перервала війна. Як хіміка його було відправлено до Військово-хімічної академії в Самарканді. Ягупольський командував відділенням, і серед його підлеглих був майбутній академік К.Б. Яцимирський. Через багато років, очолюючи вже Відділення хімії АН УРСР, Костянтин Борисович часто жартував: «Спочатку я був у відділенні Ягупольського, а тепер Ягупольський у моєму відділенні».

Після війни капітан Ягупольський повернувся в рідний університет і став аспірантом Андрія Івановича Кіпріанова, який запропонував йому зосередити дослідження на методах синтезу ціанінових барвників, що містять фтор. Однак навіть сам учитель не був упевнений в успіху. Кіпріанов зауважував: «Хімія

фторорганічних сполук, особливо гетероциклічних, дуже мало вивчена, у нашій країні опублікованих праць у цій галузі немає. Я сам зі сполуками фтору ніколи не працював. Спробуйте. Якщо у Вас нічого не вийде, тему замінімо». Проте у Льва Мойсейовича все вийшло. Так кандидатська дисертація Л.М. Ягупольського, яку він захистив у 1951 р., започаткувала в Україні хімію фторорганічних сполук.

Працюючи у відділі Кіпріанова в Інституті органічної хімії, Л.М. Ягупольський почав розвивати новий науковий напрям — хімію ароматичних і гетероциклічних сполук з фторовмісними замісниками.

На початку 90-х років Лев Мойсейович сформулював принцип, який згодом було названо принципом Ягупольського, щодо конструювання надсильних СН-, NH- і OH-кислот уведенням в молекулу електроноакцепторних фторовмісних сульфогруп. Він відкрив також реакцію прямого каталітичного амінування

галоїдаренів, відому нині як реакція Бухвальда — Хартвіга — Ягупольського. Лев Мойсейович розробив і впровадив у медичну практику такі лікарські препарати, як гіпертензивний засіб форідон та нестероїдний протизапальний препарат дифторант.

Л.М. Ягупольський створив потужну розгалужену наукову школу з хімії фтору. Гідним продовжувачем справи батька став його син професор Юрій Львович Ягупольський, який нині успішно керує відділом, створеним Львом Мойсейовичем понад півстоліття тому.

Сьогодні відділ хімії фторорганічних сполук проводить ефективні дослідження, спрямовані на розроблення методів уведення фторовмісних замісників у аліфатичні, ароматичні та гетероциклічні сполуки, створення реагентів нуклео- і електрофільного перфторалкілювання, вивчення фторовмісних сполук елементів головних груп (P, S, Bi, Si) і металів (Cu, Ag, Zn, Fe, Cr, W).