

ОПЕЙДА

Йосип Олексійович —
доктор хімічних наук, професор,
завідувач відділу хімії
гетероциклічних сполук
Інституту фізико-органічної
хімії і вуглехімії
ім. Л.М. Литвиненка НАН
України

РАСНКО

Геннадій Федорович —
кандидат хімічних наук,
в.о. директора Інституту фізико-
органічної хімії і вуглехімії
ім. Л.М. Литвиненка НАН
України

ПОПОВ

Анатолій Федорович —
академік НАН України,
головний науковий співробітник
Інституту фізико-органічної
хімії і вуглехімії
ім. Л.М. Литвиненка НАН
України



Роман Володимирович Кучер
(12.03.1925—24.09.1991)

ШКОЛА АКАДЕМІКА РОМАНА КУЧЕРА: ДОСЯГНЕННЯ В НАУЦІ ТА ПРАКТИЦІ

До 100-річчя академіка НАН України
Р.В. Кучера

Статтю присвячено пам'яті видатного українського вченого в галузі фізичної хімії, кінетики та каталізу, талановитого організатора науки, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки (1993), лауреата премії імені Л.В. Писаржевського НАН України (1969), директора Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України (1982—1986), керівника Відділення фізико-хімії і технології горючих копалин Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України (1986—1991), доктора хімічних наук (1964), професора (1966), дійсного члена НТШ (1992), академіка НАН України (1973) Романа Володимировича Кучера.

Звання «академік» надається видатним ученим за їхній внесок у розвиток науки і пов'язане з членством у Національній академії наук України. Однак, як стверджує штучний інтелект, академік — це не лише звання, а й символ величезного особистого внеску в розвиток знань, освіти та культури. Академік уособлює авторитет і є моральним орієнтиром для наукової спільноти.

Академік Роман Володимирович Кучер дуже високо оцінював значення Академії в суспільно-економічному житті України і з великою повагою ставився до її тодішнього президента академіка Б.Є. Патона, відзначаючи його провідну роль у забезпеченні успішності наукової роботи, захисті академічних свобод та збереженні творчої атмосфери, яка панувала в Академії. Роман Володимирович принагідно любив цитувати Бориса Євгеновича Патона, майстерно відтворюючи його манеру говорити та копіюючи характерні для нього акценти у мовленні.

На початку свого наукового шляху, в 1962 р., бажаючи зосередитися на суто науковій роботі, доцент Львівського університету Роман Кучер перейшов у Бориславський філіал Інституту хлору на посаду керівника лабораторії. Там він закінчив роботу над своєю докторською дисертацією, успішно захистив її і в 1964 р. повернувся до університету, очоливши кафедру фізичної та колоїдної хімії. Через рік його було обрано членом-кореспондентом Академії наук УРСР.

Батьки-засновники академічної та університетської хімії на Донбасі: член-кореспондент Роман Володимирович Кучер, академік Леонід Михайлович Литвиненко і член-кореспондент Сергій Микитович Баранов. 1965 р.



Створення наукової школи. У 1966 р. Роман Володимирович переїхав до Донецька, де разом з академіком Леонідом Михайловичем Литвиненком і членом-кореспондентом Сергієм Микитовичем Барановим доклав багато зусиль для розвитку академічної та університетської хімії в індустріальному Донбасі з його добре розвинутою хімічною промисловістю. За активної підтримки місцевої влади, Міністерства вугільної промисловості та Академії наук УРСР було засновано профільний академічний інститут і Донецький державний університет.

Роман Кучер започатковує відділ радикальних процесів у Донецькому відділенні фізико-органічної хімії Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського АН УРСР, який у 1975 р. було реорганізовано в Інститут фізико-органічної хімії і вуглехімії НАН України, та кафедру фізичної хімії в Донецькому державному університеті. На базі цих підрозділів він починає гуртувати спільноту вчених, об'єднану спільною науковою ідеєю, напрямом та методологією досліджень, яку в східноєвропейській науковій традиції називають *науковою школою*.

Розвитку цієї наукової школи значною мірою сприяли два фактори. Першим фактором стало те, що вже у перші роки існування відділу ради-

кальних процесів за активної підтримки Президії АН УРСР його було оснащено сучасним на той час фізико-хімічним обладнанням — ЕПР-, ІЧ-, УФ-спектрометрами, газовими та рідинними хроматографами тощо. Можливості індустріальних підприємств Донецька дозволили реалізувати ініціативу Романа Володимировича з виготовлення трьох унікальних установок — для прецизійного вимірювання швидкості поглинання кисню; для вимірювання швидкостей реакцій у режимі переривчастого освітлення; для вимірювання інтенсивності дуже слабкої хемілюмінесценції, випромінюваної в реакціях органічних речовин з киснем.

Другим важливим фактором при формуванні наукової школи стала тісна співпраця з університетом, де на хімічному факультеті навчалися талановиті й вмотивовані студенти. Роман Володимирович та його учні читали їм лекції, і перелік основних курсів та спецкурсів складали з огляду на наукову тематику інституту, на базі якого студенти, починаючи вже з третього курсу, виконували свої курсові та дипломні роботи.

Зауважимо, що разом із Р.В. Кучером у 1966 р. до Донецька приїхав лише один кандидат наук, а в 1980 р. у відділі було вже 12 кандидатів і один доктор хімічних наук. У подаль-

шому докторські дисертації захистили ще вісім співробітників.

Представниками наукової школи академіка Р.В. Кучера, які згодом очолили окремі напрями досліджень, стали Б.І. Черняк, Й.О. Опейда, А.М. Ніколаєвський, А.А. Туровський, О.Ф. Дмитрук, В.І. Тимохін, О.М. Шендрик, В.В. Зайцева, А.Г. Матвієнко, О.І. Сердюк, Т.Г. Шендрик, Ю.С. Зайцев, В.М. Михальчук, Л.Ф. Бутузова. Слід зазначити, що практично всім їм читав лекції на хімічних факультетах Львівського і Донецького університетів професор Роман Володимирович Кучер.

Досягнення наукової школи. Починаючи з 1966 р. і впродовж десятиліть основним напрямом досліджень школи академіка Кучера було всебічне вивчення складних процесів (корисних і шкідливих) взаємодії кисню з органічними речовинами, такими як вугілля, отримувані з нафто- та вуглехімічної сировини продукти тощо, в рідкій або твердій фазах, а також розвиток теорії радикально-ланцюгових реакцій, які відбуваються при цьому.

Вуглехімія. Під час обговорення проблем вугледобування у відділі науки Міністерства вугільної промисловості УРСР, яке тоді розміщувалося в Донецьку, з'ясувалося, що частина з них прямо пов'язані з процесами окиснення або їхніми наслідками. Це, зокрема, самозаймання вугілля, оцінка інтенсивності його горіння в лаві, вибухи при займанні метану, залежність ефективності флотації від стану окиснення поверхні вугілля тощо [1].

Міністерство вугільної промисловості було зацікавлене у співпраці з науковцями академічних інститутів та університету і добре фінансувало такі роботи, а відтак, було закуплено всі необхідні прилади та реактиви, забезпечено сприяння науковцям для відбору проб у шахтах безпосередньо під час видобування вугілля, сконструйовано й виготовлено надчутливу хемілюмінесцентну установку, яка давала змогу вловлювати світіння при взаємодії кисню повітря з вугіллям уже за температури 50–60 °С.

Для розуміння процесів самозаймання і горіння вугілля потрібно було детально вивчити

кінетику його реакції з киснем. Результати експериментів показали важливість саме початкового етапу цієї реакції. Дослідити швидкість реакції на початку процесу вдалося лише після створення високочутливої установки, здатної реєструвати надслабке світіння, яке спостерігається при взаємодії кисню повітря з вугіллям [2]. Отримані результати досліджень хемілюмінесценції при окисненні вугілля в присутності радикальних ініціаторів та інгібіторів дозволили уточнити роль радикально-ланцюгового процесу в механізмі окиснення.

Фундаментальні дослідження процесів твердофазного окиснення вихристого кам'яного вугілля Донецького басейну з комплексним використанням методів фізичної хімії, хімічної кінетики та із застосуванням теорії ланцюгових процесів стали основою для прогнозування можливих шляхів гальмування хімічними речовинами повільного окиснення вугілля й розроблення раціональних засобів запобігання самочинним процесам виникнення пожеж у шахтах і під час зберігання вугілля [3].

Дуже корисним виявився хімічний спосіб оцінки температури горіння вугілля в лавах, де відбулося його займання. У співпраці із Всесоюзним науково-дослідним інститутом гірничої справи [4] вдалося розробити спосіб визначення температури горіння, аналізуючи співвідношення домішок продуктів відновлення в процесах окиснення на відміну від поширеного аналізу продуктів окиснення — виділених CO і CO₂, який був дуже неточним і ненадійним щодо визначення часу припинення горіння, коли шахту можна було відкривати для добування вугілля. Розроблений метод ґрунтувався на незвичному явищі, відкритому раніше Р.В. Кучером зі співробітниками, — виділенні продуктів відновлення при окисненні олефінів молекулярним киснем. Виявилось, що такі продукти утворюються також при горінні вугілля, а співвідношення їхніх концентрацій залежить від температури горіння. Цей надійний унікальний метод оцінки стану горіння вугілля в лавах, заснований на аналізі відхідних газів шахт, дозволяв точно визначати, коли горіння припинилося, що значно скорочувало час про-

Відділ радикальних процесів
Інституту фізико-органічної хімії
і вуглехімії НАН
України. Серпень
1980 р.



стою шахт, який спричиняв багатомільйонні збитки. Тому виробничники відразу прийняли цей метод і широко використовували його при гасінні пожеж у шахтах не лише в СРСР, а й у Туреччині, Польщі, скандинавських країнах, куди часто запрошували його розробника — аспіранта Романа Володимировича Кучера Б. Кошовського.

Однією з перспективних вугільно-енергетичних технологій вважають використання як палива висококонцентрованих водовугільних суспензій (ВВВС) [5]. Для приготування й транспортування ВВВС важливим питанням є стабільність експлуатаційних характеристик суспензії і визначення умов, за яких можуть руйнуватися незворотні коагуляційні структури. Проблеми стійкості ВВВС та збереження при транспортуванні необхідних реологічних характеристик вирішують завдяки введенню в систему спеціальних хімічних добавок, які знижують в'язкість і стабілізують ВВВС. Для цього у великій кількості використовують поверхнево-активні речовини різних класів, захисні колоїди. Було показано, що дія таких колоїдів залежить від наявності оксигенвмісних груп. Оригінальність робіт наукової групи Р.В. Кучера полягала в тому, що, вивчаючи дію таких

речовин, продуктів хімічної та нафтохімічної промисловості, було зауважено, що подібні за структурою амфіфільні хімічні сполуки, в яких наявні дві різні частини (гідрофільна та гідрофобна), можна отримати як продукти вуглехімії. Було розроблено способи одержання добавок із сильною стабілізуювальною здатністю шляхом окиснення киснем повітря транспортованого вугілля або певних марок низькометаморфзованого вугілля, що істотно здешевлювало весь процес.

Вивчення природи поверхні вугілля, а також закономірностей змочування водою поверхні різних класів вугілля за присутності різних поверхнево-активних речовин, флотореагентів мало на меті підвищити ефективність процесу флотації при правильному виборі хімічної структури ПАР. Виробництво ставило завдання розробити критерії підбору ПАР для певного класу вугілля та якості доступної води. Результати, які приводили до поліпшення процесу, відразу ж впроваджували на підприємствах.

Роман Володимирович разом зі співробітниками хімічного і фізичного факультетів Донецького університету успішно вирішували таку проблему. Працююча шахта потребує для технологічного процесу воду, яку подають по тру-

бах в умовах Донбасу на глибину 500—800 м, а потім відкачують разом із водою, яка постійно надходить з водоносних шарів на поверхню. Затрати на таку технологію є високими, і знизити їх можна лише в разі використання спеціальних добавок, що змінюють реологічні характеристики води. Тому вчені дослідили вплив хімічної структури добавок саме на реологічні характеристики води і запропонували ефективні добавки, які забезпечують істотне енерго- та ресурсозбереження.

Окиснення субстратів нафто- та вуглехімічного походження з метою отримання продуктів з високою доданою вартістю. Роман Володимирович дуже добре вмів виокремлювати серед найновіших напрямів у хімії ті, які мають потенціал розвитку й практичну значущість. Навчаючись в аспірантурі, він взявся за виконання теми, що перебувала на стику наук, які на той час ще не встигли стати класичними. Йдеться про процеси взаємодії органічних речовин з молекулярним киснем. Це процеси, які, з одного боку, забезпечують енергією життєдіяльність організмів, а з іншого — можуть позбавляти життя при вибухах чи пожежах і водночас становлять основу технологічних процесів отримання важливих для людини речовин. У 1953 р. Р. Кучер розпочав, а потім створена ним наукова школа продовжила систематичні дослідження різних процесів окиснення органічних субстратів, переважно в рідкій фазі, в міцелах або на поверхні твердої фази. Ці дослідження тривають уже впродовж кількох десятиліть, звісно, з певним зміщенням акцентів у міру розвитку теорії та з огляду на нові завдання, які промисловість ставить перед ученими.

Отже, емульсійне окиснення вуглеводнів — новий напрям на перехресті колоїдної хімії і кінетики рідинно-фазних радикально-ланцюгових хімічних реакцій. Це складні багатостадійні процеси, кінетика яких описується системами диференціальних рівнянь, що не мають аналітичного розв'язку. Пошук їх розв'язків для опису кінетики реальних багатоетапних процесів окиснення в докомп'ютерний період був дуже складною математичною задачею. Для визначення кінетичних параметрів,

констант швидкості окремих етапів процесу необхідно було знайти певні експериментальні умови, за яких схема реакції спрощувалася, і тоді можна отримати відповідні аналітичні розв'язки. Р.В. Кучер зробив вагомий внесок у теорію цих процесів, сформулювавши на основі експериментальних даних і ґрунтовного математичного аналізу кінетичні закономірності їх перебігу.

Подальшим розвитком цього напрямку стало мікробіологічне окиснення парафінів з метою отримання білків. Ці роботи на стику фізичної хімії, колоїдної хімії та мікробіології Р. Кучер зі співробітниками [6] започаткували, спираючись на досвід вивчення процесів окиснення в емульсіях. Це була важлива і суспільно значуща тема, оскільки аналіз розвитку світового ринку продукції сільського господарства в середині ХХ ст. вказував на те, що в разі збереження темпів зростання населення планети постає реальна загроза нестачі продуктів харчування. Саме тому набуло актуальності всебічне вивчення мікробіологічного синтезу білків, зокрема дослідження механізму і встановлення закономірностей кінетики процесу мікробіологічного окиснення вуглеводнів з метою його оптимізації.

Представники наукової школи академіка Кучера детально дослідили вплив на кінетику процесу і вихід білка таких параметрів, як співвідношення фаз, електролітний склад водної фази, наявність колоїдних електролітів (емульгаторів) та їхні специфічні властивості (міцелярна структура, взаємна розчинність вихідного вуглеводню та утворюваних пероксидів, метод стабілізації емульсії тощо).

У 1975 р. за цикл робіт «Дослідження процесів радикально-ланцюгового і ферментативного окиснення вуглеводнів в емульсіях» академіку Р.В. Кучеру було присуджено премію імені Л.В. Писаржевського АН УРСР.

Емульсійне окиснення і дотепер залишається перспективним напрямом, особливо з огляду на сучасні тенденції в розвитку хімії, зокрема «зеленої хімії». Адже в цьому процесі використовують найдешевший розчинник — воду та «найзеленіший» окисник — кисень повітря.

Завідувач кафедри фізичної хімії Донецького державного університету професор Роман Кучер приймає іспити зі спецкурсу «кінетика радикальних реакцій рідинно-фазного окиснення». 1971 р.



У подальшому роботи школи академіка Кучера з мікробіологічного окиснення дозволили розширити перелік дешевих і доступних органічних субстратів, використовуваних для отримання білків. Крім алканів, це низькометаморфізоване вугілля, запаси якого в Україні є величезними, а також відходи багатьох карболанцюгових полімерів, зокрема поліетилену. Проведені дослідження показали, що мікроорганізми можуть споживати як джерело вуглецю лише молекули з певною невисокою молекулярною масою, а тому макромолекули поліетилену необхідно подрібнювати на молекули з меншою молекулярною масою. І тут перспективними виявилися процеси аеробного окиснення карболанцюгових полімерів, які приводять до деструкції вуглецевого ланцюга макромолекул до молекул, які вже можуть споживати мікроорганізми [7].

Розвиваючи цей напрям, Роман Володимирович Кучер зі співробітниками розробили технологію мікробіологічного синтезу важливих біотехнологічних продуктів — біосурфактантів [8]. Завдяки їхнім унікальним властивостям, таким як біодеградабельність, мінімальний вплив на довкілля, низька токсичність,

висока ефективність та здатність працювати в екстремальних умовах (широкий діапазон рН, температури, солоності), біосурфактанти дедалі ширше застосовують у виробництві біорозкладних мийних засобів, для біоремедіації, у фармацевтиці, медицині, косметичній промисловості, для підвищення нафтовіддачі пластів тощо.

Дослідження процесів окиснення продуктів нафто- і вуглехімії, започатковані Р.В. Кучером наприкінці 1950-х років, охоплювали надалі детальне вивчення кінетики окиснення органічних сполук різних класів (алканів, алкіларенів, спиртів, альдегідів, полімерів) та їх сумішей з метою отримання важливих оксигенпохідних. Встановлено закономірності впливу природи та кількості замісників в ароматичному кільці на реактивність молекул та утворюваних пероксильних радикалів у реакціях аеробного окиснення, вивчено кінетику і механізм окиснення полістиролу, стадію деструкції полімерного ланцюга в цих процесах. Отримано великий обсяг кінетичної інформації, встановлено механізм процесу, визначено константи швидкості реакцій пероксильних радикалів у стадіях ініціювання, продовження та обриву

кінетичного ланцюга. Ці дані увійшли до міжнародних баз даних, довідників, дали змогу сформулювати кількісні закономірності впливу структури на реактивність радикалів та молекул у цих процесах [9].

Пошук залежностей між структурою хімічних частинок та їх здатністю вступати в певну гомолітичну реакцію постійно перебував у центрі уваги дослідників у школі академіка Кучера [10]. Було введено нові поняття вільної енергії активованих (зв'язків у перехідному стані), а також звичайних зв'язків, показано, що вільна енергія активації є лінійною функцією вільної енергії активованих і звичайних зв'язків, тобто підпорядковується принципу адитивності. Введення цих понять спричинило гостру дискусію на одній із конференцій, але запропонований підхід підтримав академік Олександр Ілліч Бродський, підкресливши його резонансність та перспективність. Згодом великий обсяг експериментального матеріалу засвідчив правильність висунутої гіпотези [11]. Зазначимо, що нині поняття вільної енергії активованих зв'язків стає все більш поширеним у фізико-органічній хімії. Крім того, було показано, що ключову роль у реакціях відіграють замісники біля реакційного центра, впливаючи на стабільність радикалів, енергетику перехідних станів і швидкість реакцій. Комбінація їхніх електронних, стеричних та резонансних ефектів дозволяє прогнозувати реактивність молекул і розробляти селективні хімічні процеси [12]. Застосовність співвідношень структура—властивість для опису фізико-хімічних параметрів радикалів та їхньої реакційної здатності показано на прикладі фенокисильних радикалів [13]. Роботи школи академіка Кучера засвідчили успішність використання методів фізико-органічної хімії у дослідженнях пероксильних радикалів, зокрема у вивченні реактивності заміщених у кільці бензилових спиртів [14].

Починаючи з 1960-х — 1970-х років, коли квантова хімія лише здобувала визнання хіміків, Роман Володимирович застосував її для обчислення електронних властивостей пероксильних радикалів, реактивність яких було експериментально оцінено за величиною вимі-

рянних констант швидкості відриву Н-атома від С–Н-зв'язку алкіларенів. Успішним виявилось й використання найпростішого (зважаючи на тогочасні можливості ЕОМ) квантово-хімічного методу для обчислення зарядів на О-атомах пероксильних радикалів. Було показано, що реактивності радикала є обернено пропорційними до електронного заряду на О-атомі, який несе неспарений електрон [15]. Цю закономірність згодом підтверджено обчисленнями, виконаними з використанням сучасних квантово-хімічних методів.

За роботи з дослідження реактивності активних проміжних частинок у реакціях Р.В. Кучера було удостоєно Державної премії України в галузі науки і техніки (1993).

У 1960-х роках Роман Володимирович зі співробітниками розпочали систематичне дослідження кінетики та механізму процесів рідинно-фазного окиснення киснем *n*-олефінових вуглеводнів з метою розроблення методу отримання важливих для багатьох галузей промисловості епоксидних сполук, що є вихідними речовинами для синтезу різних типів смол та матеріалів, зокрема для електронної промисловості [16, 17]. Важливим внеском у теорію окиснення ненасичених сполук стало експериментальне підтвердження гіпотези про участь у механізмі окиснення олефінів циклічних пероксидів — діоксетанів. Проведені науковою групою Р.В. Кучера дослідження кінетики нагромадження продуктів окиснення, а також змін інтенсивності хемілюмінесценції при окисненні показали наявність нестійкої пероксидної сполуки, тобто підтвердили гіпотезу про участь діоксетанів. Слід зауважити, що реакції, які приводять до утворення голубого і синього полум'я при окисненні і самозайманні парафінових вуглеводнів, також відбуваються з утворенням короткоіснуючої проміжної сполуки пероксидного типу [18].

За роки своєї наукової, педагогічної та організаторської діяльності Роман Володимирович створив відому на сьогодні наукову школу, роботи якої вирізняються оригінальністю, практичною значущістю і становлять значний внесок у розвиток світової науки. Перелічимо

лише найвагоміші результати наукових досліджень школи академіка Кучера:

- встановлення особливостей процесів аеробного та мікробіологічного окиснення продуктів нафто- та вуглехімії;
- встановлення залежності реактивності основних проміжних частинок процесів окиснення та горіння — окисненнісних радикалів — від їхньої електронної будови;
- з'ясування ролі окиснення поверхні вугілля у виборі реагентів для його флотації чи підборі ПАР для створення висококонцентрованих суспензій вугілля для їх транспортування та спалювання;
- виявлення продуктів відновлення в процесах окиснення алкенів та горіння вугілля;
- використання ідеї вимірювання температури горіння в лавах за аналізом співвідношення продуктів відновлення при горінні вугілля — ідеї, що принесла багатомільйонні прибутки шахтам, які добували вугілля, схильне до самозаймання, адже завдяки точності і надійності такого аналізу можна було значно скоротити простої під час горіння в лаві.

Аналізуючи шлях Романа Володимировича в науці, можна стверджувати, що витокami формування наукових завдань, які він ставив перед своїми співробітниками, були насамперед потреби суспільства й актуальні проблеми хімічної науки. При нагоді він любив цитувати латинський вислів «Non scholae, sed vitae discimus», який сам перекладав так: «Здобуємо знання не для школи, а для життя».

Академік Роман Володимирович Кучер — це яскравий приклад унікальної особистості, в якій гармонійно поєднувалися широкий світогляд, інтелектуальна глибина думки, філософська манера мислення й академічні чесноти. Доброзичливий характер, природна простота, почуття гумору та іронічність висловлювань створювали навколо нього атмосферу легкості, творчості й довіри. Вміння доносити суть складного в зрозумілій і чіткій формі дозволяло йому бути не лише талановитим дослідником та ефективним організатором науки, а й чудовим викладачем. Пам'ять про Романа Володимировича назавжди збережеться в серцях його колег і учнів.

REFERENCES

[СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ]

1. Opeida I. *Academician Roman Volodymyrovych Kucher. Donetsk period*. Vinnytsia, 2020 [in Ukrainian]. [Опейда Й. *Академік Роман Володимирович Кучер. Донецький період*. Вінниця: ТВОРИ, 2020.]
2. Kucher R.V., Opeida I.A., Dumbay I.N. Oxidative chemiluminescence of coal. *Khimiya Tverdogo Topliva*. 1975. (4): 53 [in Russian]. [Кучер Р.В., Опейда И.А., Думбай И.Н. Окислительная хемотрюлюминесценция углей. *Химия твердого топлива*. 1975. № 4. С. 53—56.]
3. Kompanets V.A., Shendrik T.G., Butuzova L.F., Kucher R.V. Kinetic laws of variation of oxygenated group by high-temperature oxidation of coals. *Khimiya Tverdogo Topliva*. 1977. (1): 31 [in Russian]. [Компанец В.А., Шендрик Т.Г., Бутузова Л.Ф., Кучер Р.В. Кинетические закономерности изменения кислородсодержащих групп при высокотемпературном окислении каменных углей. *Химия твердого топлива*. 1977. № 1. С. 31—37.]
4. Kucher R.V., Alperovych V.Ya., Koshovsky B.I. Chromatographic analysis of microimpurities. *Khimicheskaya tekhnologiya*. 1977. (1): 53 [in Russian]. [Кучер Р.В., Альперович В.Я., Кошовский Б.И. Хроматографический анализ микропримесей. *Химическая технология*. 1977. № 1. С. 53—55.]
5. Kucher R.V., Titov E.V., Uryev N.B. et al. Chemical stabilizers and plasticizers of highly concentrated hydrocarbon suspensions. *Visnyk of the Academy of the Ukrainian SSR*. 1988. (1): 41 [in Ukrainian]. [Кучер Р.В., Титов Е.В., Ур'єв Н.Б. та ін. Хімічні стабілізатори і пластифікатори висококонцентрованих водовугільних суспензій. *Вісник АН УРСР*. 1988. № 1. С. 41—50.]
6. Kucher R.V., Karban V.I. *Chemical reactions in emulsions*. Kyiv: Naukova Dumka, 1973 [in Russian]. [Кучер Р.В., Карбан В.И. *Химические реакции в эмульсиях*. Киев: Наукова думка, 1973.]

7. Kucher R.V., Opeyda L.I., Dzumedzei N.V., Turovsky A.A. Biodegradation of oxidized polyethylene. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Ser. B.* 1982. (9): 39 [in Russian].
[Кучер Р.В., Опейда Л.И., Дзумедзей Н.В., Туровский А.А. Биодеструкция окисленного полиэтилена. Докл. АН УССР. Сер. Б. 1982. № 9. С. 39—42.]
8. Kucher R.V., Lesyk O.Y., Karpenko O.V. Emulsification of hydrocarbons: a new property of the yeast culture *Phaffia rhodozyma*. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR.* 1990. (8): 49 [in Ukrainian].
[Кучер Р.В., Лесик О.Ю., Карпенко О.В. Емульгування вуглеводнів: нова властивість культури дріжджів *Phaffia rhodozyma*. Доповіді. АН УРСР. 1990. № 8. С. 49—53.]
9. Kucher R.V., Opeida I.A. *Co-oxidation of organic substances in the liquid phase*. Kyiv: Naukova Dumka, 1989 [in Russian].
[Кучер Р.В., Опейда И.А. Соокисление органических веществ в жидкой фазе. Киев: Наукова думка, 1989.]
10. Kucher R.V., Opeida Y.O., Turovskiy A.A. *Reactivity of radicals and molecules in homolytic reactions*. Kyiv: Naukova Dumka, 1972 [in Ukrainian].
[Кучер Р.В., Опейда Й.О., Туровський А.А. Реакційна здатність радикалів і молекул в гомолітичних реакціях. Київ: Наукова думка, 1972.]
11. Kucher R.V., Turovsky A.A., Opeida I.A. Application of the principle of additivity to calculate the free energy of activation of radical reactions. *Theoretical and Experimental Chemistry*. 1967. 3(5): 678.
[Кучер Р.В., Туровский А.А., Опейда И.А. Применение принципа аддитивности для расчета свободной энергии активации радикальных реакций. Теор. и эксперим. химия. 1967. Т. 3, № 5. С. 678—683.]
12. Hammett L. *Physical Organic Chemistry*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1940.
13. Pokhodenko V.D. *Phenoxyl radicals*. Kyiv: Naukova Dumka, 1969 [in Russian].
[Походенко В.Д. Феноксильные радикалы. Киев: Наукова думка, 1969.]
14. Kushch O.V., Hordieieva I.O., Shendrik A.N. Hydrogen Atom Transfer from Benzyl Alcohols to N-Oxyl Radicals. Reactivity Parameters. *The Journal of Organic Chemistry*. 2021. 86(5): 3792—3799.
<https://doi.org/10.1007/s11144-024-02738-3>
15. Kucher R.V., Opeida I.A., Dmytruk A.F. On the influence of the electron density of the σ -core on the reactivity of peroxy radicals in chain propagation reactions. In: *Theory and practice of liquid-phase oxidation*. Moscow: Nauka, 1974. P. 51 [in Russian].
[Кучер Р.В., Опейда И.А., Дмитрук А.Ф. О влиянии электронной плотности σ -остова на реакционную способность пероксирадикалов в реакциях продолжения цепи. В кн.: Теория и практика жидкофазного окисления. Москва: Наука, 1974. С. 51—53.]
16. Kucher R.V., Nikolaevsky A.N., Chernyak B.I. The mechanism of formation of oxides of olefinic hydrocarbons in the process of liquid-phase oxidation. *Ukr. Chemical Journal*. 1968. 34(6): 611.
[Кучер Р.В., Николаевский А.Н., Черняк Б.И. Механизм образования окисей олефиновых углеводородов в процессе жидкофазного окисления. Укр. хим. журн. 1968. Т. 34, вып. 6. С. 611—616.]
17. Kucher R.V., Timokhin V.I., Shevchuk I.P., Vasyutyn Y.M. *Liquid-phase oxidation of unsaturated compounds into olefin oxides*. Kyiv: Naukova Dumka, 1986 [in Russian].
[Кучер Р.В., Тимохин В.И., Шевчук И.П., Васютин Я.М. Жидкофазное окисление непредельных соединений в окиси олефинов. Киев: Наукова думка, 1986.]
18. Mulyava M.P., Gutor I.M., Kucher R.V. Reactions that lead to the formation of blue flames during the oxidation and self-ignition of paraffin hydrocarbons. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Ser. B.* 1986. (4): 50 [in Ukrainian].
[Мулява М.П., Гутор І.М., Кучер Р.В. Реакції, що приводять до утворення голубого і синього полум'я при окисненні і самозайманні парафінових вуглеводнів. Доп. АН УРСР. Сер. Б. 1986. № 4. С. 50—53.]

Iosyp O. Opeida

*L.M. Litvinenko Institute of Physical Organic and Coal Chemistry
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8591-0537>

Gennady F. Rayenko

*L.M. Litvinenko Institute of Physical Organic and Coal Chemistry
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3694-536X>

Anatoly F. Popov

*L.M. Litvinenko Institute of Physical Organic and Coal Chemistry
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5867-0598>

ACADEMICIAN ROMAN KUCHER'S SCIENTIFIC SCHOOL: ACHIEVEMENTS IN SCIENCE AND PRACTICE

To the 100th anniversary of Academician of NAS of Ukraine R.V. Kucher

March 12 marks a century since the birth of Roman Volodymyrovych Kucher, an outstanding Ukrainian scientist in the field of physical chemistry, kinetics and catalysis, a talented organizer of science, laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology (1993), laureate of the L.V. Pisarzhevsky Prize of the NAS of Ukraine (1969), director of the Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine (1982—1986), head of the Department of Physical Chemistry and Technology of Combustible Minerals of the L. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of the NAS of Ukraine (1986—1991), Doctor of Chemical Sciences (1964), Professor (1965), full member of the Shevchenko Scientific Society (1992), Academician of the NAS of Ukraine (1973).

Cite this article: Opeida I.O., Rayenko G.F., Popov A.F. Academician Roman Kucher's scientific school: achievements in science and practice (to the 100th anniversary of Academician of NAS of Ukraine R.V. Kucher). *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2025. (3): 90—99. <https://doi.org/10.15407/visn2025.03.090>