



## КОЛОТІЛОВ

**Сергій Володимирович** — член-кореспондент НАН України, заступник директора з наукової роботи Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України



## СЕРЕБРІЙ

**Таміла Григорівна** — завідувач відділу інформаційного забезпечення Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України

## УЧАСТЬ ІНСТИТУТУ ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ ІМ. Л.В. ПИСАРЖЕВСЬКОГО НАН УКРАЇНИ В РОБОТАХ З ПОДОЛАННЯ НАСЛІДКІВ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС: ПОГЛЯД ЧЕРЕЗ 40 РОКІВ

*У статті наведено огляд робіт з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, які виконувалися в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України. Представлено авторський погляд на ефективність та результативність вжитих тоді заходів у контексті подій, що відбулися у світі за останні 40 років, зокрема досвіду ліквідації аварії на АЕС «Фукусіма-1». Підкреслено, що запорукою успішного виконання робіт з ліквідації наслідків техногенних катастроф є постійна підтримка розвитку наукових шкіл, що забезпечує наявність висококваліфікованих фахівців із широким світоглядом та ґрунтовними фундаментальними знаннями.*

Минуло вже сорок років з моменту аварії на Чорнобильській атомній електростанції, однак її масштаб і вплив на людей та навколишнє середовище і сьогодні залишаються предметом наукового обговорення. Події, що відбулися, стали трагедією для десятків тисяч сімей, які змушені були покинути свої оселі і переїхати у безпечні місця. Багатьом нашим співвітчизникам довелося боротися з хворобами, спричиненими радіоактивним опроміненням як безпосередньо під час роботи на атомній станції навесні 1986 р., так і потім, при контакті з радіоактивними викидами. Велика повага і вдячність усім, хто брав участь у ліквідації наслідків аварії, хто допомагав вимушеним переселенцям, і тим, хто зараз підтримує належний стан виведеної з експлуатації станції та зруйнованого реактора.

У ліквідації Чорнобильської аварії брали участь великі колективи науковців НАН України (тоді — АН УРСР), наукових закладів інших союзних республік, енергетиків, співробітників служб з надзвичайних ситуацій, міліції, лікарів та інших працівників сфери охорони здоров'я, журналістів. Важко навести повний перелік закладів і служб, які були задіяні в ліквідації цієї катастрофи, та й мета написання цієї статті інша — тут

представлено ретроспективу участі співробітників Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України в ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС та авторський погляд на ефективність вжитих тоді заходів. Детальний огляд участі Інституту в ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи наведено в книзі, виданій до 90-річчя Інституту<sup>1</sup>.

Під час роботи над статтею автори спиралися на архівні документи, що зберігаються в Інституті, а також на спогади тих, хто брав безпосередню участь у ліквідації аварії. На жаль, багатьох учасників тих подій уже немає з нами.

Перша офіційна інформація про аварію на Чорнобильській АЕС, яка сталася в ніч на 26 квітня, надійшла до Інституту ввечері 1 травня. Директору Інституту академіку В.Д. Походенку зателефонував віцепрезидент АН УРСР, відомий фахівець у галузі фізичного матеріалознавства академік В.І. Трефілов і повідомив про необхідність участі дозиметристів Інституту в спеціальній нараді, яка мала відбутися вранці 2 травня в Інституті ядерних досліджень (ІЯД) АН УРСР. Одразу після наради наказом по Інституту було створено групу дозиметристів у складі В.С. Жихарева, О.С. Куценка, О.Ч. Туронка (працівники Інституту) та І.В. Голодної, Ю.М. Конопльова, В.Г. Волконського, Т.П. Дем'яненка, В.А. Міщенко (працівники Дослідного виробництва Інституту). Група отримала завдання забезпечити контроль рівня радіаційного випромінювання на деяких соціально важливих об'єктах. Спочатку це були дитячі садки, розташовані в районі проспекту Науки, школа № 59, Києво-Святошинський молокозавод, кінотеатр «Салют», а також робочі приміщення і територія Інституту та його Дослідного виробництва. Надалі перелік об'єктів розширювався — дозиметристи Інституту працювали на постійній основі, починаючи з перших днів травня 1986 р. і до кінця 1987 р.

<sup>1</sup> *Інститут фізичної хімії імені Л.В. Писаржевського Національної академії наук України. 1927—2017*. Ред. кол.: Кошечко В.Г. (голова) та ін. Київ: Академперіодика, 2017.  
<https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.338.348>

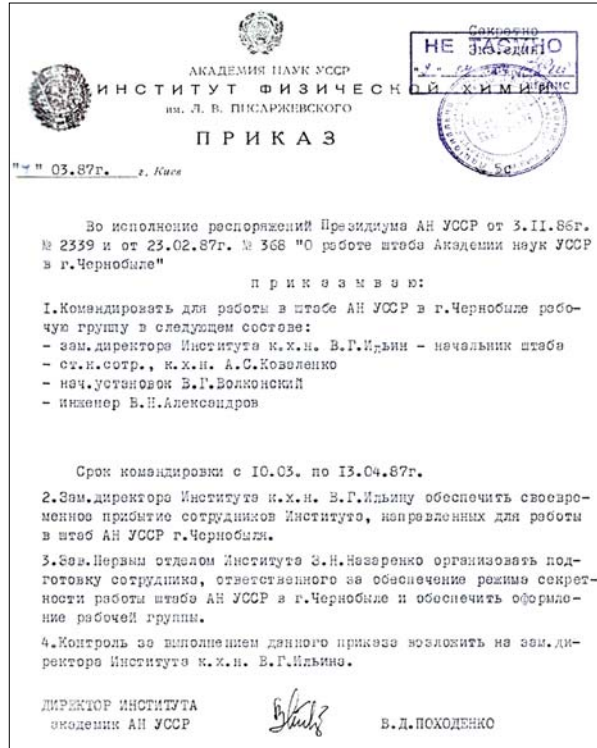
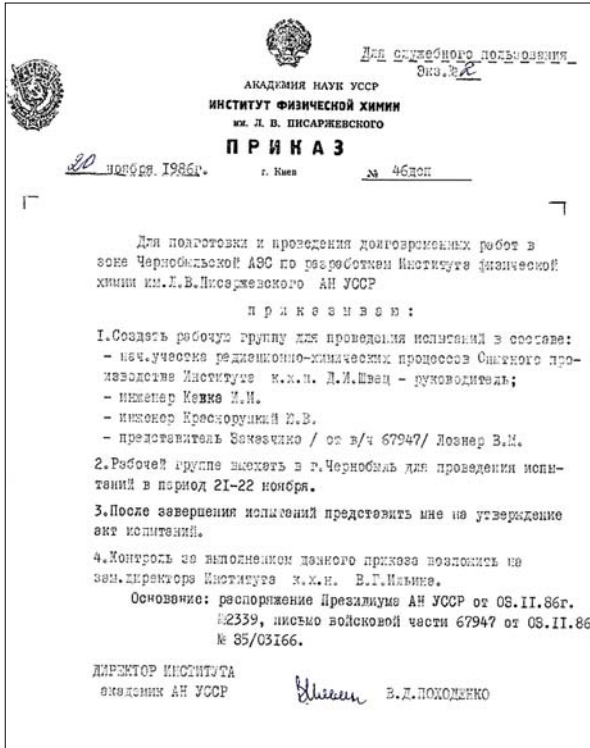
У перших числах травня 1986 р. в Інституті було створено постійну робочу групу з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС у складі В.М. Чертова, І.А. Тарковської, Е.М. Короля, Л.С. Іванової, І.М. Самодумової, Г.С. Григор'євої, Ф.М. Бобонича, Д.І. Швеця, Г.В. Сандула, представників дирекції Інституту академіка АН УРСР В.Д. Походенка, В.Г. Головатого, В.Г. Ільїна та керівництва Дослідного виробництва І.П. Лопатіна, В.С. Кірпічова. Робоча група аналізувала всі запити й доручення Президії АН УРСР, звернення інших організацій, планувала подальші дії та ставила завдання співробітникам Інституту. Всі роботи виконувалися в дуже стислі строки. Наприклад, науково обґрунтовані пропозиції щодо комплексу заходів, спрямованих на скорочення, локалізацію та запобігання подальшим викидам аерозольних частинок зі зруйнованого вибухом реактора, було розроблено вже до 8 травня<sup>2</sup>.

Робочі групи створювали також протягом 1986—1987 рр. для виконання робіт безпосередньо в зоні катастрофи, в м. Чорнобиль і на самій атомній станції (рис. 1).

Яку роль відігравав Інститут у ліквідації наслідків аварії і чому державні органи та інші організації зверталися до нього? Звичайно, такі звернення надходили до багатьох установ Академії та інших наукових організацій. Без перебільшення можна стверджувати, що вся країна була залучена до ліквідації цієї катастрофи. Однак, як уже зазначалося вище, цю статтю присвячено огляду лише тих робіт, які проводили в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України.

У ті часи, коли сталася аварія на ЧАЕС, в Інституті активно займалися дослідженням вільних радикалів і радіаційно-хімічних процесів, сорбції та іонного обміну, хімії високих енергій, кінетики швидких реакцій тощо (в оновленому вигляді ці напрями розвиваються і сьогодні). Тому, з огляду на величезний досвід і професіоналізм співробітників у різних галузях хімії, а також наявність передового на той час обладнання, для Інституту було визначено

<sup>2</sup> Там само.



**Рис. 1.** Копії наказів про створення робочих груп з працівників Інституту для роботи в м. Чорнобиль у листопаді 1986 р. та для роботи у штабі АН УРСР в березні-квітні 1987 р. Обмеження доступу (для службового користування) знято наказом по Інституту від 14.12.1995 р. № 49 «Про втрату чинності переліку відомостей, які підлягають засекречуванню по Академії наук УРСР у зв'язку з аварією на ЧАЕС»

напрями науково-технічних робіт з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, в яких він міг ефективно брати участь. Оскільки досвіду ліквідації подібних аварій не було (як зараз відомо, аварії на ядерних об'єктах ставалися в СРСР і раніше, але інформація про них була закритою), навесні 1986 р. важно було оцінити, який напрям дасть корисні практичні результати, а який дозволить лише отримати дані, що становитимуть суто науковий інтерес.

Спадає на думку певна аналогія з тією розгубленістю, що виникла на початку епідемії COVID-19 у грудні 2019 р., коли людство зіткнулося з новим викликом, і ніхто не знав точно, що робити. В таких ситуаціях, безперечно, потрібно проводити дослідження одночасно за кількома напрямками, щоб не втрачати час. І критично важливою умовою є наявність фахівців, які розуміють, що відбувається, зна-

ють теоретичні основи процесів, що призвели до катастрофи, володіють методами їх аналізу та дослідження. Кваліфікацію таких фахівців можна підтримувати лише в тому разі, якщо розвивається фундаментальна наука (очевидна думка, яку багато разів висловлювали українські та закордонні вчені і яку добре ілюструє, зокрема, інтерв'ю з професором Володимиром Фомініним з Дослідницького інституту твердого тіла та матеріалознавства (Дрезден, Німеччина), почесним членом Академії наук Молдови<sup>3</sup>, щодо оголошення 2022 року Міжнародним роком фундаментальних наук в інтересах сталого розвитку).

<sup>3</sup> Фомин В. Особенно очевидной стала роль фундаментальных наук, когда мир столкнулся с климатическим кризисом и — в последние два года — пандемией COVID-19. Пресс-служба АНМ. 2022. <https://surl.lt/kixtqp>

За деякими оцінками, в перші місяці епідемії COVID-19 в Україні було лише близько десятка вчених, які могли впевнено пояснити, як працює мРНК-вакцина. І ці науковці займалися дослідженнями та вивчали явища, які, на перший погляд, не могли мати ніякого практичного застосування. 2 лютого 2020 р. тодішній прем'єр-міністр України Олексій Гончарук заявив: «Навіть у разі виникнення такого захворювання, ми розуміємо, що робити. У нас у достатній кількості наявні бригади інфекціоністів — мінімум по дві в кожній області»<sup>4</sup>. Вдумайтеся, це означає, що була принаймні одна область (а може, й більше), де було лише дві бригади! Звичайно, фахівців можна досить швидко підготувати, ... якщо є кому готувати. Здається, в 1986 р. ситуація була дещо кращою, адже дослідження радіоактивних речовин та їх безпечних аналогів проводили в багатьох наукових центрах.

Водночас, як і кожна екстремальна ситуація, ліквідація наслідків Чорнобильської катастрофи стала поштовхом для розвитку науки і технологій, а Україна і загалом світова наукова спільнота здобули безцінний досвід. Згодом цей досвід було частково використано при плануванні робіт з ліквідації аварії на японській атомній станції «Фукусіма-1», що сталася 11 березня 2011 р.

Отже, в 1986 р. роботи з ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС в Інституті розпочали відразу за кількома напрямками. Працівники Інституту брали участь у визначенні радіоактивного забруднення, проводили низку досліджень з вивчення впливу радіації на людину і різні матеріали.

Починаючи з травня 1986 р. в Інституті здійснювали пошук і відпрацьовували аналітичні методи визначення радіоактивного забруднення води і ґрунту. У цих роботах брали участь І.А. Тарковська, Е.М. Король, В.М. Чертов, В.Д. Походенко, В.Г. Кошечко, Ю.М. Шевченко, І.П. Лопатін та інші співробітники. В перший місяць після аварії спільно з Інститутом колоїдної хімії і хімії води ім. А.В. Думанського

<sup>4</sup> Коронавірус: у кожній області є медики, які «розуміють, що робити». *Українська правда*. 02.02.2020. <https://www.pravda.com.ua/news/2020/02/02/7239190/>

(ІКХХВ) АН УРСР, кафедрою радіохімії та гігієни Київського державного інституту вдосконалення лікарів (КДІУЛ) МОЗ СРСР, Інститутом геологічних наук (ІГН) АН УРСР та Інститутом геохімії та фізики мінералів (ІГФМ) АН УРСР (нині — Інститут геохімії, мінералогії та рудотворення ім. М.П. Семененка НАН України) було проаналізовано перші проби води зі ставка-охолоджувача ЧАЕС, а також з р. Прип'ять, Київського моря та р. Дніпро.

Перспективними напрямками тоді вважали створення нових сорбентів (про що детальніше йдеться нижче), радіаційно-хімічних засобів, композиційних матеріалів захисної дії. 9—10 травня Я.І. Лаврентович взяв участь у виконанні спеціального завдання, пов'язаного з випробуванням радіозахисних засобів та одягу безпосередньо в зоні Чорнобильської АЕС. Вивчали й дію біологічно активних добавок, таких як пектини, отримані з яблучної сировини, для чого було проведено порівняльне дослідження зв'язування іонів деяких металів такими речовинами. На основі координаційних сполук 3d-металів створено низку препаратів з радіопротекторною дією.

Заслужують на увагу роботи з дослідження методом електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) крові людей, які працювали в зоні Чорнобильської АЕС (Д.І. Швець). Загалом дослідження вільних радикалів розпочалися в Інституті у другій половині 1960-х років під керівництвом В.Д. Походенка (майбутнього директора Інституту)<sup>5</sup>. Хто б міг подумати в ті далекі 1960-ті роки, що ці суто фундаментальні знання стануть у пригоді при вирішенні надзвичайно важливого і термінового завдання, пов'язаного зі збереженням здоров'я людей?

На момент аварії на ЧАЕС Інститут був уже всесвітньо визнаним центром з дослідження вільнорадикальних процесів. У цій галузі працювали видатні дослідники (учні і співробітники В.Д. Походенка — В.Г. Кошечко, В.О. Хижний, О.В. Мележик, Д.В. Вовк та ін.),

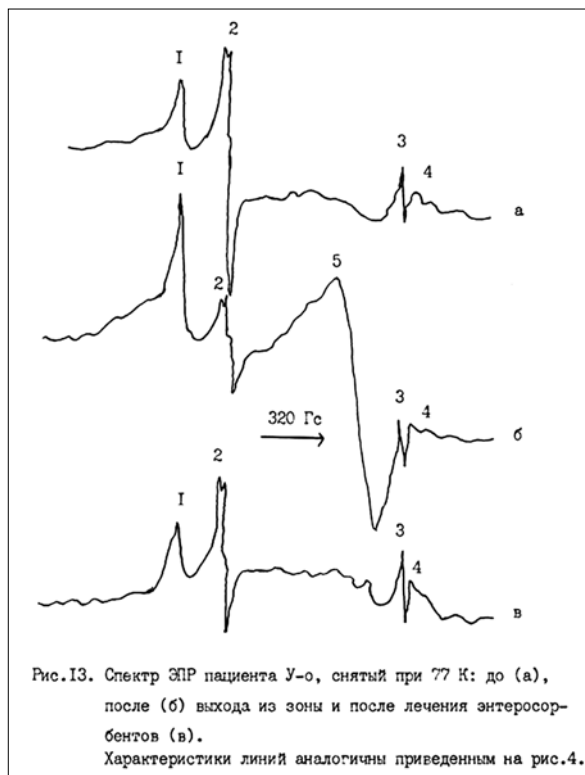
<sup>5</sup> Кошечко В.Г. Творець і відданий трудівник науки (до 90-річчя від дня народження академіка НАН України В.Д. Походенка). *Вісник НАН України*. 2026. № 1. С. 67—73. <https://doi.org/10.15407/visn2026.01.067>

проводилися фундаментальні дослідження спектрів ЕПР вільних радикалів, було створено чи придбано відповідне обладнання, накопичено досвід роботи з такими короткоіснуючими системами. Тому ЕПР-дослідження крові осіб, які отримали великі дози опромінення, вважали перспективним методом одержання інформації про стан організму і процес лікування. Серед отриманих тоді результатів слід відзначити те, що вдалося встановити змінення сигналу ЕПР крові при опроміненні та після детоксикації ентеросорбентом (приклад таких спектрів наведено на рис. 2), і це було використано для вибору підходів до лікування і реабілітації постраждалих.

У першій декаді травня 1986 р. за завданням Київського філіалу Всесоюзного науково-дослідного інституту пожежної охорони науковці Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського АН УРСР Ю.М. Шевченко і Н.І. Яшина виконали одне з перших фізико-хімічних досліджень натурних зразків графіту зі зруйнованого реактора і надали практичні рекомендації, як припинити реакцію його окиснення.

З метою створення захисних екранів для підвищення надійності роботи встановленої на спецтехніці мікроелектронної апаратури в зоні високої радіоактивності на ЧАЕС на Дослідному виробництві Інституту було проведено науково-технічні роботи зі створення нового композиційного матеріалу (Д.І. Швець). У листопаді-грудні 1986 р. безпосередньо на об'єкті «Укриття» Чорнобильської АЕС відбулися випробування захисних екранів, виготовлених на основі розробленого матеріалу (І.І. Кавка, Ю.В. Красноручський спільно зі співробітниками Інституту атомної енергії АН СРСР). Цю роботу було успішно завершено в 1988 р.

У травні-червні 1986 р. було досліджено процеси зв'язування радіонуклідів у поверхневому шарі різних типів ґрунтів під час вільної фільтрації води. Розроблено та апробовано в лабораторних умовах неорганічні реагенти, композиції на основі полімерних плівкоутворювальних матеріалів, які запобігають утворенню пилу і дифузії забрудненої поверхневої вологи вглиб ґрунту для зниження ступеня



**Рис. 2.** Зміни сигналу ЕПР крові людини після опромінення та після лікування ентеросорбентами. Обмеження доступу знято наказом по Інституту від 14.12.1995 р. № 49 «Про втрату чинності переліку відомостей, які підлягають засекречуванню по Академії наук УРСР у зв'язку з аварією на ЧАЕС»

міграції радіонуклідів (деякі методики дозволяли знизити ступінь міграції більш як на два порядки). Розроблено спосіб закупорювання пластів для запобігання міграції радіонуклідів підземних вод введенням до свердловин водних розчинів полімерів, які попередньо піддавали радіаційно-хімічній обробці (Д.І. Швець, Г.С. Григор'єва, Г.І. Глуховська та ін.).

Слід зазначити, що такі дослідження набули особливої актуальності в наш час у зв'язку з проблемою ерозії ґрунтів — використання полімерів для стабілізації ґрунтів є одним із найперспективніших способів їх збереження<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Huang J. et al. A state-of-the-art review of polymers used in soil stabilization. *Construction and Building Materials*. 2021. 305: 124685. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124685>

Ця розробка є прикладом роботи, яку не було доведено до завершення, тому на повторне відкриття аналогічних матеріалів зараз доводиться витратити значні зусилля<sup>7</sup>.

До вересня 1986 р. було запропоновано засоби та методи дезактивації автотранспорту (роботи під керівництвом Л.І. Бударіна), зокрема вологовіддільні газопроникні композиції для кабін, а також плівкоутворювальні хімічно та механічно стійкі сполуки з домішками комплексоутворювачів для запобігання забрудненню днищ автотранспорту. Деякі із зазначених розробок і пропозицій було включено до спеціальної програми Міністерства автотранспорту УРСР і АН УРСР.

У 80-х роках минулого століття Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України вже був одним із провідних наукових центрів СРСР у галузі хімії сорбентів, тому очевидним напрямом досліджень стало створення сорбентів і фільтрувальних матеріалів для зниження рівня радіоактивного забруднення природних вод, аналітичного контролю та очищення питної води і харчових продуктів, а також для детоксикації організму людини.

Авторитет наукових працівників Інституту в цій галузі був беззаперечним. І хоча, як вважається<sup>8</sup>, дослідження з адсорбції в Інституті започаткував М.В. Поляков<sup>9</sup> у 1931 р., практичним використанням сорбентів займався ще в 1915 р. засновник Інституту Л.В. Писаржевський, розробляючи прості протигазу для бійців на фронтах Першої світової війни<sup>10</sup>. У 1960-х роках в Інституті І.Є. Неймарк зі співробітниками отримав перші в СРСР синтетичні

цеоліти<sup>11</sup>. В 1970-ті роки В.Г. Ільїн з колегами показав можливість використання природних та синтетичних цеолітів для вилучення іонів цезію<sup>12</sup>. Відділ Д.М. Стражеска активно співпрацював із Всесоюзним науково-дослідним інститутом хімічної технології зі створення кремнеземних сорбентів для розділення продуктів поділу урану з відпрацьованого ядерного палива. Результати цих досліджень узагальнено в колективній монографії, яка вийшла друком у 1977 р.<sup>13</sup>

Отже, роботи зі створення і використання сорбентів для ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, розпочаті в Інституті в 1986 р., ґрунтувалися на вже набутому досвіді і великому масиві отриманих раніше даних.

У травні 1986 р. вперше було визначено, що використання сорбентів може бути ефективним способом зниження вмісту радіонуклідів у воді р. Прип'ять, що впадає в Дніпро вище Києва. Звичайно, відома велика кількість сорбентів з надзвичайно високою здатністю поглинати радіоактивні ізотопи, але з урахуванням масштабів катастрофи було прийнято рішення використовувати дешеві природні цеолітові породи і зольні відвали ТЕЦ.

Зважаючи на унікальні катіонообмінні властивості цеолітів, серед природних сорбентів вибрали цеолітові породи Закарпаття, які містять цеоліти кліноптилоліт та морденіт. З метою посилення дезактивувальної здатності було розроблено і рекомендовано для практичного використання оригінальний композиційний сорбувальний матеріал такого складу: зола Трипільської ГРЕС + вапняк + кліноптилоліт

<sup>7</sup> Kumar V., Rout C., Singh J., Malik S., Umar A., Ibrahim A., Baskoutas S. Enhanced heavy metal removal from contaminated soils using chelation and adsorption synergy. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2025. 22: 15409—15424. <https://doi.org/10.1007/s13762-025-06592-1>

<sup>8</sup> *Развитие физической химии на Украине*. Под ред. В.Д. Походенко. Киев: Наукова думка, 1989.

<sup>9</sup> Поляков М.В. Адсорбционные свойства силикагеля и его структура. *Журнал физической химии*. 1931. № 6. С. 799—805.

<sup>10</sup> Люди Днепра: судьба академіка Льва Писаржевського. *Gorod*. 21.02.2019. <https://gorod.dp.ua/news/156302>

<sup>11</sup> Неймарк И.Е., Пионтковская М.А., Тютюник Р.С. Получение и свойства синтетического цеолита. *Коллоидный журнал*. 1960. Т. 22, № 2. С. 251—253.

<sup>12</sup> Белякова Л.А., Ильин В.Г. Выделение ионов цезия и аммония из растворов с помощью природного клиноптилолита. В кн.: *Тез. докл. Всесоюз. совещания. Применение адсорбционных процессов для защиты окружающей среды от загрязнения* (19—22 сентября 1978, Минск). С. 112.

<sup>13</sup> Ласкорин Б.Н., Стрелко В.В., Стражеско Д.Н., Денисов В.И. Сорбенты на основе силикагеля в радиохимии. *Химические свойства. Применение*. Атомиздат, 1977.

родовища Сокирниця на Закарпатті. Для підвищення здатності матеріалу сорбувати інші сполуки цеоліти змішували із зольними відвалами Трипільської ГРЕС, які містили вуглецеву і мінеральну (алюмосилікатну) складові.

Було встановлено, що зола, відвали якої оцінювалися в тисячі тонн, має адсорбційну здатність щодо катіонів важких металів ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{131}\text{I}$  та ін.), що потрапили в р. Прип'ять, на рівні синтетичних вуглецевих сорбентів, які промисловість тоді виробляла в обсягах, явно недостатніх для вирішення проблеми, та ще й за надто високою ціною. За результатами досліджень, проведених в Інституті та інших наукових організаціях, зокрема в деяких установах МОЗ УРСР, золу було рекомендовано як матеріал для зниження рівня радіоактивності стічних вод, ставка-охолоджувача ЧАЕС, природних водойм тощо, а також як фільтрувальний матеріал під час обвалювання берегів та заплав річок.

6 червня 1986 р. на засіданні Ради Міністрів УРСР (у заступника голови К.І. Масика) було прийнято рішення про проведення великомасштабного експерименту зі зниження рівня радіоактивного забруднення р. Прип'ять. Це стало першим у світі експериментальним застосуванням композиційного сорбувального матеріалу в умовах значного радіоактивного забруднення великої річки (рис. 3).

Зусиллями співробітників Інституту та із залученням інших організацій, зокрема ІГФМ АН УРСР, у період з 6 по 9 червня 1986 р. в м. Трипілья Київської області було підготовлено відкритий промисловий майданчик для виготовлення сорбувального матеріалу, забезпечено прибуття кількох залізничних потягів із цеолітовою породою із Закарпаття, а також доставку інших компонентів. Безпосередньо на місці виготовили близько 10 тис. т матеріалу, який потім протягом доби завантажили на три самохідні баржі і доставили в зону аварії. Тоді ж було визначено й місце застосування матеріалу (для цього в м. Чорнобиль виїжджав директор Інституту).

На р. Прип'ять у районі ЧАЕС побудували захисну дамбу, яка «фільтрувала» воду і за-



**Рис. 3.** Роботи з дезактивації р. Прип'ять комплексним адсорбентом на основі природного цеоліту, шлаків та інших складових

тримувала радіоактивні ізотопи. Сорбційне очищення дало змогу істотно зменшити вміст радіонуклідів у воді (за проведеними оцінками, сумарне зниження активності становило близько 520 Кі). Пізніше, 11—18 серпня, за розпорядженням урядової комісії співробітники Інституту спільно з працівниками Трипільської ГРЕС підготували другу партію композиційного сорбувального матеріалу (обсягом близько 3 тис. т), яку передбачалося застосувати в разі виникнення аварійної ситуації.

Через 40 років після цих подій прийняте тоді рішення видається правильним. Принаймні такий висновок можна зробити з аналізу заходів з ліквідації наслідків аварії на АЕС «Фукусіма-1» в 2011 р. У світовій пресі є величезна кількість публікацій про новітні розробки японських вчених, пов'язані з використанням цеолітів для сорбції радіоактивних відходів. Як приклад можна навести повідомлення, опубліковане у квітні 2011 р., про те, що «професор Томіхіса Ота з японського Університету Канадзава відзвітував про створення спеціального порошку, який уловлює радіацію у воді і може поглинати ізотопи цезію, йоду і стронцію»<sup>14</sup>. Цей порошок містив природні цеоліти, що поглинали ізотопи за механізмом іонного обміну. Жодним чином

<sup>14</sup> Японцы изобрели поглощающий радиацию порошок. *Подробности*. 19.04.2011. <https://surl.li/jpckrq>

не принижуючи заслуг професора Ота, зазначимо, що про створення аналогічного сорбенту ще чверть століття тому звітували вчені з нашого Інституту та інших установ АН УРСР — В.Д. Походенко, В.П. Кухар, І.А. Тарковська, Д.І. Швець, Л.С. Іванова, В.Г. Ільїн, Е.В. Соботович, Л.В. Кейсевич, Ю.О. Ользовик (перелік розробників наведено за текстом заявки на авторське свідоцтво СРСР, в якому описано сорбент для очищення води від радіонуклідів). А навесні 1987 р. великі екскаватори вже висипали тисячі тонн (перша дамба — близько 10 тис. т) такого «порошку» в річку Прип'ять (рис. 3). Того року очікували велику повінь у зоні аварії, тому з цеолітових порід спорудили ще кілька захисних дамб і насипів для запобігання виносу радіоактивних речовин.

Крім сорбенту для вилучення радіоактивних нуклідів з р. Прип'ять, працівники Інституту (в основі був той самий колектив) спільно з ІГФМ АН УРСР, ІГН АН УРСР, ІЯД АН УРСР, ІКХХВ АН УРСР запропонували цілу низку доступних та дешевих природних і техногенних матеріалів: буре вугілля, «солоне» вугілля, антрацит, цеоліти різних родовищ, торф та ін. Було проведено ретельні дослідження їхніх властивостей, зокрема щодо очищення модельних сумішей, які містили відомі кількості нерадіоактивних домішок Cs, Sr, Ba, La, Zr, Fe, Mo, V, Ru; статистики, динаміки і кінетики сорбції радіонуклідів ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  та ін.) із забрудненої води (пізніше частину отриманих результатів було опубліковано<sup>15</sup>).

Було також визначено важливі для практичного застосування характеристики — залежність ступеня поглинання від розміру зерна, співвідношення фаз, швидкості фільтрування тощо і показано, що дезактивувальна здатність композицій у багатьох випадках перевищувала сумарну ємність їхніх складових. В результаті було створено п'ять видів ефективних композиційних сорбентів для очищення від радіонуклідів великих об'ємів води, до складу яких

входили зола, буре вугілля, цеоліти та інші компоненти.

26 червня 1986 р. розпорядженням Президії АН УРСР Інститут було включено до числа виконавців додаткових науково-дослідних робіт з радіаційної безпеки і ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, а також низки спеціалізованих планів і програм УРСР і СРСР, у тому числі Плану комплексних досліджень з вивчення впливу радіоактивного забруднення на повітряний і водний басейни, ґрунт, рослинний і тваринний світ, здоров'я людини, розрахованого на 1986—1990 рр. Основним результатом цієї роботи стало розроблення нових ефективних сорбентів широкого спектру призначення — від дезактивації зливних та паводкових стоків, природних водоймищ до тонкого вибіркового очищення питної води та продуктів харчування, а також нових чутливих та експресних методик визначення вмісту радіонуклідів у різних об'єктах (І.А. Тарковська, Д.І. Швець спільно з лабораторією моніторингу Держкомгідромету та АН СРСР, Київським науково-дослідним інститутом загальної і комунальної гігієни ім. О.М. Марзєєва, Ленінградським НДІ радіаційної гігієни та іншими установами).

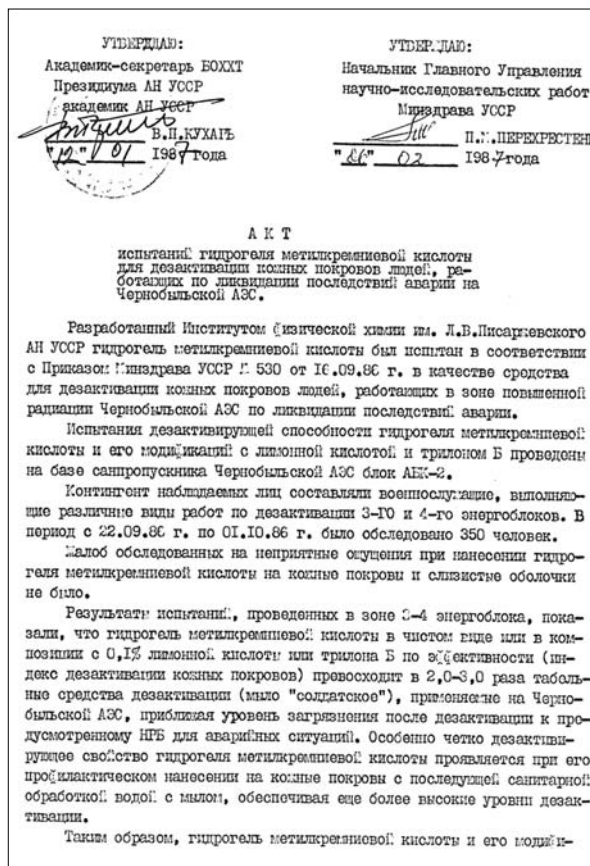
Було показано можливість використання деяких вуглецевих сорбентів для зниження рівня радіоактивності. Такі сорбенти виявили високу ефективність, але були занадто дорогими для багатотоннажного виробництва. Однак для відносно невеликих (порівняно з дамбами на річках) відповідальних виробництв такі сорбенти мали перспективу застосування. Наукова група під керівництвом Л.С. Іванової спільно з працівниками УкрНДІ м'ясо-молочної промисловості Держагропрому УРСР запропонували для очищення молока від радіонуклідів вуглецеві сорбенти різного типу та їх суміші, які ефективно знижували радіоактивність за вихідної забрудненості на рівні  $10^{-8}$ — $10^{-6}$  Кі/л. Усі матеріали за цією розробкою, зокрема результати випробувань і практичні рекомендації з використання, негайно передали до Головного управління зазначеного відомства, яке займалося впровадженням сорбентів на підприємствах харчової промисловості.

<sup>15</sup> Бобонич Ф.М., Князева Е.Е., Ильин В.Г. и др. Синтез поглотителей ионов стронция на основе природных алюмосиликатов. *Журнал прикладной химии*. 1998. Т. 71. С. 588—591.

Через 40 років після аварії це видається дещо дивним: навіщо очищати молоко від радіонуклідів, якщо можна збільшити виробництво чистого молока або закупати його за кордоном? Сьогодні таке запитання виглядає природним, зважаючи на істотне зростання загального рівня життя за ці десятиліття, але в 1986 р. збільшення в короткі строки виробництва молока було практично невиконуваним завданням, а міжнародну допомогу так просто і швидко, як зараз, не надавали. Тому кожне дослідження варто оцінювати в контексті рівня розвитку технологій у той час, коли проводилася робота.

На особливу увагу заслуговують дослідження сорбентів на основі кремнійорганічних речовин, які проводилися в Інституті (І.М. Самодумова, Ю.М. Шевченко, Л.І. Кисельова спільно з працівниками КДІУЛ МОЗ СРСР). Дослідження сорбційної активності таких матеріалів щодо цезію та стронцію розпочалися 8–9 травня 1986 р., а 5 вересня вже було розроблено низку препаратів медичного призначення. Відповідні матеріали досліджень передали до Головного управління науково-дослідних робіт МОЗ УРСР, яке підтвердило можливість використання цих розробок для дезактивації шкірних покривів і як ентеросорбентів для виведення радіонуклідів з організму (рис. 4).

Згідно з наказом МОЗ УРСР від 16 вересня 1986 р. в зоні 4-го блоку ЧАЕС було проведено випробування гідрогелю поліметилсилоксану (ПМС) для дезактивації шкіри у людей. Встановлено, що препарат запобігає проникненню радіонуклідів в організм. Розпорядженням від 1 жовтня 1986 р. Рада Міністрів УРСР виділила Інституту додаткові кошти для організації випуску сорбенту. А наказом МОЗ СРСР від 14 липня 1987 р. Інститут залучено до виконання робіт з розроблення засобів лікування розладів здоров'я в осіб, які зазнали радіаційного впливу, як співвиконавця завдання «розробити кремнійорганічні ентеросорбенти для лікування порушень гомеостазу в результаті опромінення організму»<sup>16</sup>.



**Рис. 4.** Перша сторінка акта випробувань гідрогелю метилкремніевої кислоти, розробленого в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, для дезактивації шкіри ліквідаторів аварії на ЧАЕС в 1986 р.

У стислі терміни було запропоновано спосіб одержання гідрогелю метилкремніевої кислоти. Крім того, випробувано матеріали, що містили додаткові складові — сполуки  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , та здійснено поставки препаратів до низки лікарень, клінік, госпіталів. Для випробувань і використання безпосередньо в зоні аварії 20 травня 1987 р. було передано 160 кг гідрогелю метилкремніевої кислоти. Позитивні результати отримано навіть під час лікування осіб з променевою хворобою II і III

кол.: Кошечко В.Г. (голова) та ін. Київ: Академперіодика, 2017.

<https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.338.348>

<sup>16</sup> Інститут фізичної хімії імені Л.В. Писаржевського Національної академії наук України. 1927—2017. Ред.

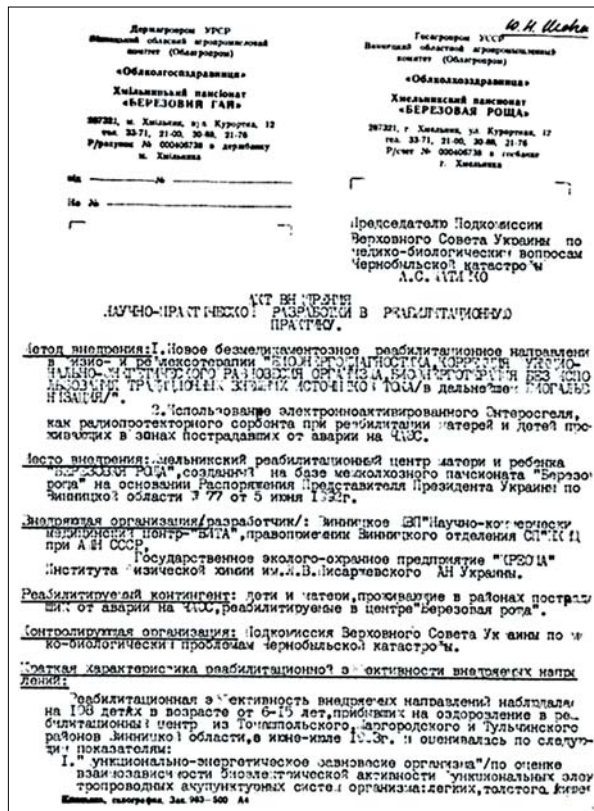


Рис. 5. Акт впровадження лікарського засобу на основі гідрогелю метилкремнієвої кислоти, активованого обробкою швидкими електронами і виробленого на підприємстві при Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, в реабілітаційному центрі матері і дитини в м. Хмельник

ступенів та з гострою нирково-печінковою недостатністю.

Відповідно до постанови МОЗ УРСР від 12 червня 1987 р. випробування було продовжено. До 28 серпня понад 30 військовослужбовцям, яких було задіяно на роботах з ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС поблизу 4-го енергоблока, в районі «рудого лісу», річкового порту тощо, було надано дієву допомогу завдяки використанню препаратів на основі ПМС. Встановлено, що ентеральна детоксикація забезпечує зниження вмісту інкорпорованих радіонуклідів, зокрема цезію, на 50—60 %, нормалізує функції печінки, нирок, шлунково-кишкового тракту, пригнічує явища нудоти і запаморочення. За ви-

сновком фахівців одного з госпіталів Київського військового округу, «гідрогель метилкремнієвої кислоти необхідно вживати всім, хто працює на ЧАЕС і в 30-кілометровій зоні». Досить важливо, що при цьому істотно скорочуються строки реабілітації, нормалізуються біохімічні показники та імунний статус. Під час лікування понад 600 осіб віком від 25 до 45 років, які працювали на 4-му блоці ЧАЕС, на проммайданчику, в Народичах, Поліському і одержали дози в 2—5 разів вищі за допустимі, було накопичено багатий позитивний досвід використання препаратів на основі ПМС<sup>17</sup>. Постановою Фармкомітету МОЗ СРСР від 8 червня 1987 р. № 11 лікарський засіб на основі гідрогелю метилкремнієвої кислоти допущено до клінічних випробувань, а через два роки (протокол Фармкомітету від 11.10.1989 № 13) отримано дозвіл на його медичне застосування.

На підприємстві при Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України (керівник — Ю.М. Шевченко) розпочали виробництво лікарського засобу на основі гідрогелю метилкремнієвої кислоти, який активно досліджували і використовували як засіб для лікування захворювань, пов'язаних з опроміненням, та інших розладів здоров'я. Застосування такого сорбенту (в поєднанні з природними антиоксидантами — ретинолом, токоферолом, аскорбіновою кислотою) виявилось ефективним для комплексної терапії онкологічних хворих, опромінених унаслідок аварії на ЧАЕС<sup>18</sup>. В 1992 р. розпорядженням представника Президента України у Вінницькій області від 5 червня 1992 р. цей лікарський засіб, модифікований обробкою швидкими електронами, було впроваджено у Хмельниківському реабілітаційному центрі матері і дитини «Березовий гай» як радіопротекторний сорбент при реабілітації осіб, що проживають у зонах, постраждалих від аварії на ЧАЕС (рис. 5). До речі, експериментальну

<sup>17</sup> Там само.

<sup>18</sup> Кабан О.П., Гуніна Л.М., Федоренко О.О. Ентеросгель і природні антиоксиданти в комплексній терапії онкологічних хворих, які зазнали радіаційного впливу внаслідок аварії на ЧАЕС. *Фармацевтичний журнал*. 1995. № 6. С. 88.

обробку швидкими електронами також проводили на Дослідному підприємстві Інституту. Це підприємство активно працює і зараз (з 2026 р. — Державна установа «Радма» Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України) і займається стерилізацією медичної продукції широкого спектру призначення.

У 1994 р. за результатами досліджень лікарський засіб «Ентеросгель» (гідрогель метилкремнієвої кислоти) було рекомендовано для профілактики розладів здоров'я працівників комбінату «Азовсталь», які працювали у шкідливих умовах. Того самого року високу ефективність препарату було засвідчено в Міжнародному дитячому центрі «Артек» під час реабілітації дітей з районів, постраждалих від аварії на ЧАЕС. У дослідженні, проведеному в 2000 р. в Інституті отоларингології ім. професора О.С. Коломійченка АМН України, показано, що застосування препарату «Ентеросгель» у хворих на рак верхніх дихальних шляхів під час проведення телегамматерапії та хіміопроменевої терапії істотно зменшує запалення в зоні опромінення глотки.

Сьогодні препарат «Ентеросгель» виробляє ПрАТ «Екологоохоронна фірма «Креома-Фарм» (Україна). Він набув широкого використання і є одним із найвідоміших в Україні ентеросорбентів.

Отже, дослідження та практичні розробки Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України у 1986—1987 рр. стали вагомим науково-технічним внеском у подолання наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Хоча не всі результати пошукових і дослідницьких робіт було впроваджено в практику, вони зберігають актуальність і сьогодні та є цінним матеріалом для подальших досліджень у галузі радіаційної хімії, хімії сорбентів, ядерної та екологічної безпеки. Підсумки виконаних робіт підтверджують ключову роль фундаментальної науки у вирішенні державних і гуманітарних завдань, зумовлених надзвичайними ситуаціями, і доводять, що поєднання глибоких наукових знань та здатності до практичної реалізації розробок є вирішальним фактором ефективного реагування на техногенні кризи.

На завершення хотілося б акцентувати увагу на основних аспектах, про які не можна не замислитися, аналізуючи матеріали щодо аварії на ЧАЕС.

По-перше, маленька помилка, а точніше — серія помилок, може призвести до катастрофічних наслідків. Кілька годин або навіть хвилин — і все, назад події не повернути. Результатом є сотні тисяч постраждалих і багато років відновлення. Тому до робіт, пов'язаних з великою відповідальністю, слід допускати лише найкращих фахівців, і держава має створювати умови, щоб на виконання таких робіт була черга охочих, щоб було кого вибирати серед добре підготовлених спеціалістів.

По-друге, для того, щоб країна була готовою до неочікуваних, раніше не відомих викликів, пов'язаних з техногенними або природними катастрофами, необхідно розвивати фундаментальну науку, мати фахівців, кваліфікація яких принаймні достатня для того, щоб зрозуміти, що трапилося і що потрібно робити. Навіть якщо вчені не стають світовими лідерами в певних напрямках (це не про українських вчених, адже наші науковці мають багато відкриттів світового рівня), фундаментальні дослідження є єдиною можливістю підтримання розвитку наукових шкіл, способом підготовки фахівців найвищої кваліфікації, готових відповідати на виклики і терміново вирішувати проблеми. Нагадаємо очевидну річ — у момент, коли підручник виходить з типографії, наведена в ньому інформація є вже застарілою щонайменше на 2 роки, тож для того, щоб тримати руку на пульсі сучасного науково-технічного прогресу, потрібно регулярно читати й аналізувати найновіші наукові статті.

По-третє, багато розробок, спрямованих на ліквідацію аварії на ЧАЕС, мали перспективу практичного застосування для вирішення інших завдань і до їх впровадження не вистачило буквально «трішечки». В результаті держава втратила низку технологій і матеріалів, деякі з яких сьогодні є вкрай потрібними. Лише одиничні розробки дійшли до впровадження, і в поодиноких випадках результат навіть перевершив очікування. До цього можна додати,

що аналіз і публікація результатів досліджень у відкритому доступі, їх обговорення на наукових і науково-практичних заходах є критично важливими для їх застосування при виконанні робіт у разі виникнення аналогічних аварій у майбутньому.

І насамкінець. Ще раз схилиємо голови перед подвигом ліквідаторів, які віддали життя на ЧАЕС в 1986 р., пам'ятаємо тих, хто втратив здоров'я після цієї катастрофи, віддаємо шану цивільним і військовим, які сьогодні працю-

ють на ЧАЕС, захищаючи нас від наслідків тієї аварії (не забуваємо й про ремонтні роботи на станції після пошкодження конфайнменту внаслідок атаки російського дрона, які проводили минулого року і які триватимуть надалі), згадуємо самовіддану працю лікарів, науковців, будівельників, співробітників МВС та МНС — усіх, хто брав участь у ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, і пам'ятаємо про тих, хто був змушений покинути свої оселі та розпочинати нове життя на новому місці.

Sergey V. Kolotilov

*L.V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4780-4378>

Tamila G. Serebrii

*L.V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3037-7920>

PARTICIPATION OF THE L.V. PISARZHEVSKII INSTITUTE OF PHYSICAL CHEMISTRY OF THE NAS OF UKRAINE IN THE WORK TO OVERCOME THE CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL NPP ACCIDENT: A LOOK BACK 40 YEARS LATER

The article provides an overview of the work on the liquidation of the consequences of the Chernobyl accident, which was carried out at the L.V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the NAS of Ukraine. The authors present their view on the effectiveness and efficiency of the measures taken then in the context of the events that have occurred in the world over the past 40 years, in particular the experience of liquidation of the accident at the Fukushima Daiichi NPP. It is emphasized that the key to the successful execution of the work on the liquidation of the consequences of man-made disasters is the constant support for the development of scientific schools, which ensures the availability of highly qualified specialists with a broad worldview and thorough fundamental knowledge.

**Cite this article:** Kolotilov S.V., Serebrii T.G. Participation of the L.V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry of the NAS of Ukraine in the work to overcome the consequences of the Chernobyl NPP accident: a look back 40 years later. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2026. (4): 3—14. <https://doi.org/10.15407/visn2026.04.003>