

## ВПЛИВ ІДЕЙ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО НА РОЗВИТОК РАДІОЕКОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

**О. П. Майдебура, кандидат біологічних наук**  
**І. М. Гудков, доктор біологічних наук, професор,**  
**академік НААН України**

*Проаналізовано етапи розвитку радіобіології в Україні як нової науки під впливом ідей великого вченого В.І. Вернадського.*

**Ключові слова:** *радіобіологія, радіоекологія, радіогеологія, В. І. Вернадський, радіоактивні елементи, біогеохімія, біогеохімічні індикатори*

**Мета статі** – розглянути історичний аспект організаційних та методологічних засад становлення радіоекології, провести аналіз впливу наукових ідей В.І.Вернадського на розвиток радіоекології в Україні.

**Матеріали і методика дослідження** – дослідження здійснене на основі загальнонаукових методів, історико-наукового аналізу, історико-логічного, бібліографічного, джерелознавчого, архівознавчого, теоретичного аналізу джерел, узагальнення, порівняння, систематизації і класифікації історичного матеріалу, архівних документів; структурно-функціонального аналізу стану становлення і розвитку радіоекології в Україні з ХІХ століття.

**Виклад основного матеріалу.** Засновника багатьох напрямів у науці В. І. Вернадського з упевненістю можна вважати і основоположником радіоекології, або радіаційної екології – науки, яка вивчає концентрацію, міграцію радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища і їх дію на живі організми, науки, що займає місце на стику радіобіології й екології. Саме з робіт Володимира Івановича із нагромадження радію наземними і прісноводними рослинами, розпочатих у кінці 20-х років минулого століття на базі Радієвого інституту в Петрограді, на кафедрі агрохімії Тимирязівської сільськогосподарської академії в Москві, у відділі живої речовини при Комісії з вивчення природних продуктивних сил і

широко розгорнутих у створеній ним Біогеохімічній лабораторії Академії наук СРСР, розпочався перший етап розвитку не тільки вітчизняної, але й світової радіоекології.

Слід зазначити, що самого терміна «радіоекологія» в той час ще не існувало. Але він виник саме у стінах Біогеохімічної лабораторії в 1956 р., через одинадцять років після смерті В. І. Вернадського. Цей термін був запропонований його науковим співробітником А. А. Передельським [1] і згодом визнаний в усьому науковому світі й офіційно прийнятий як найточніше визначення нової науки. Вважають, що до його появи причетні видатні ученні: в подальшому відомий російський радіобіолог О. М. Кузін [2] та американський еколог Є. П. Одум [3], який вніс вагомий вклад у розвиток радіоекології. Можливо, термін витав у ноосфері, але А. А. Передельський усе ж був першим, хто усвідомив і осмислив його.

До радіоекології В. І. Вернадський прийшов через радіогеологію та біогеохімію, основоположником яких також був він. Роботи у галузі вивчення фізичних і хімічних властивостей природних радіоактивних елементів він почав ще в 1909 р. й не прийняв їх до кінця свого життя. Безперечно, і раніше він знав про великі відкриття у галузі фізики, здійснені на рубежі ХІХ – ХХ століть й відзначені Нобелівськими преміями: відкриття радіоактивності А. Беккерелем у 1896 р., роботи М. Склодовської-Кюрі й П. Кюрі з пошуку нових радіоактивних елементів у 1898 – 1900 рр., Є. Резерфорда про будову атома в 1899 – 1903 рр. Але про важливе значення їх для геології вперше, очевидно, дізнався у серпні 1908 р. в Дубліні на з'їзді Британської асоціації наук із доповіді професора мінералогії та кристалографії Джона Джолі. Джолі перший як геолог зрозумів і оцінив значення явища радіоактивності як нової властивості багатьох мінералів, як нового методу вивчення структури й властивостей матерії. І хоча тепер багато його міркувань із цього приводу здаються наївними, а деякі гіпотези непереконливими, не можна недооцінювати далекоглядності цього вченого.

В особах багатьох учасників з'їзду він знайшов прихильників і послідовників. Першим із них слід вважати В.І. Вернадського.

Заради справедливості варто зазначити, що явище радіоактивності мінералів привернуло увагу й інших російських учених. Ще до поїздки В. І. Вернадського в Англію Російська академія наук за поданням геологів – академіків О. П. Карпінського (до речі, першого президента АН СРСР, який очолював її з 1917р. по 1936 р.) і Ф.Н. Чернишева прийняла рішення про необхідність пошуку й вивчення у Росії радіоактивних руд. Більше того, була зроблена спроба організувати ряд експедицій із цією метою. Проте в практиці все зводилось лише до попереднього дослідження мінералів одного з родовищ.

І тільки після повернення Володимира Івановича з Англії було прийнято рішення про організацію радієвих експедицій для широкого обстеження родовищ радіоактивних руд Росії. На річних загальних зборах Академії наук він виступив з доповіддю «Задачи дня в области радия», в якій зосереджував увагу на цьому елементі як новому джерелі хімічної й теплової енергії та тих можливостей, що відкривають роботи з радієм, стосовно проникнення у глибини матерії, вивчення структури речовин, на його практичному використанні в медицині та інших сферах діяльності людини, як наймогутнішого джерела іонізуючої радіації [4].

Однак в опублікованій ще у 1910 р. статті «О необходимости исследования минералов Российской империи» вчений доводив важливість пошуків та добування радіоактивних елементів, передусім радю, - єдиного, дуже важливого в той період джерела гамма-випромінювання, застосовуваного у наукових дослідженнях і практиці [5].

Саме завдяки дослідженням В. І. Вернадського почав формуватися новий розділ геології – радіогеологія. Працюючи плідно у вказаній галузі, серед хімічних елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва Володимир Іванович виділив групу дуже радіоактивних елементів (полоній, радон, радій, актиній, торій, протактиній, уран). Йому були відомі також роботи про те, що

радіоактивність властива також іншим, легшим елементам та ізотопам деяких елементів, які вважаються нерадіоактивними. В роботі «О радиоактивных химических элементах в земной коре» він писав про те, як геологічно повільно змінюється хімічний склад земної речовини. Зникають одні хімічні елементи і зароджуються нові. Зникають уран, торій, актиноуран, один з ізотопів калію та рубідію, а створюються гелій і свинець [6].

У 1910 – 1914 рр. В. І. Вернадський організовує ряд експедицій на Урал, Кавказ, Забайкалля, Середню Азію та в інші регіони Росії для пошуку й аналізу радіоактивних мінералів, публікує звіт про успішне їх проведення [7]. На жаль, Перша світова війна, наступні за нею революції та громадянська війна перешкодили продовженню цих робіт. Проте відразу ж після закінчення громадянської війни вони були відновлені.

Володимир Іванович безпосередньо керував експедиціями щодо пошуків радіоактивних руд. Він доводив уряду країни і керівництву Російської академії наук (із 1925 р. – Академії наук СРСР) необхідність створення спеціальних наукових установ, які б займалися проблемами радіоактивності, та дією іонізуючої радіації на живі організми. І у 1922 р. за його ініціативою в Петрограді був створений Радієвий інститут, яким він керував з дня організації по 1939 р. [8]. Ще раніше, у 1920 р., за його участі в Україні були створені у Києві рентгенівський інститут, у Харкові Українська рентгенівська академія [9], в Одесі Інститут прикладної хімії та радіології. Одеський інститут, сформований на базі радіобіологічної лабораторії під керівництвом Є. С. Буркзера, у 1925 р. перетворився в Хіміко-радіологічний інститут (другий у Радянському Союзі після Петроградського радієвого інституту), який був спеціально створений для вивчення проблем нової галузі знань. Це був перший центр радіобіологічних і радіоекологічних досліджень, який своєю науково-дослідною та методичною роботою вніс вагомий внесок у розвиток радіобіології. Лабораторією було проведено перші радіобіологічні дослідження рослин, тварин й інших природних об'єктів, запропоновано нову ефективну методику досліджень радію в рослинах, створено

методологічний центр для підготовки спеціалістів – радіологів, що сприяло розвитку радіобіології в Україні. З організацією в 1928 р. у Харкові за ініціативою Володимира Івановича Українського фізико-технічного інституту (УФТІ), тепер Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», почався розвиток ядерних досліджень в Україні. Перший їхній успіх пов'язаний із розщепленням ядра літію пришвидшеними протонами у жовтні 1932 р. співробітниками УФТІ А. К. Вальтером, Г. Д. Латишевим, О. І. Лейпунським, К. Д. Синельниковим (через півроку після того як подібний експеримент був здійснений у Кавендиській лабораторії Є. Резерфорда в Кембріджі).

У 1923 р. Володимир Іванович на запрошення ректора Паризького університету (відомого всьому світу Сорбонни) був відряджений до Парижу. Тут він читав лекції з геохімії й працював у лабораторії М. Склодовської-Кюрі, де проводив радіохімічні дослідження з радієвими рудами. Слід зазначити, що вже тоді в багатьох країнах, в тому числі й у Франції, роботи з радіоактивними елементами були засекречені, оскільки вчені, які працювали з ними, розуміли, що тут криється джерело величезної енергії. У Франції до цих робіт іноземців не допускали. І тільки загальноновизнаний авторитет Володимира Івановича серед учених відіграв важливу роль у залученні до них його – російського (радянського) природодослідника.

Після повернення через два роки з Франції В. І. Вернадський продовжив згадані роботи. У передмові до збірника «Очерки и речи» він писав про те, що вчені підходять до великого перевороту в житті людства, з яким не можуть зрівнятися всі ним раніше пережиті. Недалекий той час, коли людина одержить у свої руки атомну енергію, таке джерело сили, яке дасть їй можливість будувати своє життя, як вона захоче. Це може статися в найближчі роки, а може статися через століття. Але зрозуміло, що це повинно бути [10].

Практично паралельно дослідженням у галузі радіогеології розвивалися роботи з біогеохімії.

Багато проблем біології цікавили Володимира Івановича все його життя. Це і глобальні, як наприклад, проблема походження життя на Землі, еволюції живих організмів, ролі окремих елементів у забезпеченні життєвих процесів. Найповніше інтереси вченого в біології відображені в монографії «Биосфера», яка вийшла з друку російською мовою в 1926 р. і відразу ж була перекладена на багато іноземних мов [11].

У 1926 р. В.І. Вернадський став головою Комісії з вивчення природних продуктивних сил й організував при ній відділ живої речовини – майбутню біогеохімічну лабораторію. Живою речовиною Володимир Іванович називав сукупність організмів, зведених до їхньої маси, хімічного складу та енергії [12]. Відділ за його задумами повинен був проводити дослідження щодо визначення хімічного складу у вагових або атомних одиницях й оцінки геохімічної енергії організмів.

Вже тоді було цілком однозначно доведено, що різні організми неоднаково нагромаджують окремі елементи, в тому числі і радіоактивні [13]. Так, стверджувалося, що водяна рослина *Lemna minor* L. усім відома ряска, нагромаджує радій, у кількостях, які перевищують його вміст у навколишній воді [14]. Більш того, ретельними аналізами було встановлено, що в будь-якому організмі можна виявити хоча б сліди певного хімічного елемента. На основі цього В. І. Вернадський випустив сміливе припущення про біогенне значення всіх елементів [15]. І хоч до нинішнього часу біологічна роль більшості хімічних елементів не встановлена, чи дискусійна, це припущення не спростоване.

1 жовтня 1928 р. президія Академії наук СРСР прийняла рішення про перетворення відділу живої речовини у Біогеохімічну лабораторію Академії наук СРСР. Саме в цій лабораторії яку очолив Володимир Іванович, у подальшому були проведені класичні дослідження з нагромадження ряду природних радіоактивних елементів рослинами і тваринами, закладені основи вивчення їхньої міграції в різних об'єктах навколишнього

середовища, дії їхнього випромінювання на окремі фізіолого-біологічні процеси.

Вчення В.І. Вернадського про міграцію хімічних елементів, у тому числі й радіоактивних, у біосфері заслуговує на особливий розгляд. Адже він першим привернув увагу природодослідників найрізноманітніших напрямків до цього дивного процесу кругообігу елементів в об'єктах навколишнього середовища, їхньої участі у забезпеченні окремих процесів метаболізму, ролі в життєдіяльності організмів [15].

У згаданій лабораторії вперше було досліджено біологічний вплив випромінювання інкорпорованих природних елементів, зокрема урану і радію, на рослини й тварин, показано інгібуючу їхню дію на ріст і розвиток при досягненні певних рівнів вмісту й відповідно дози опромінення [16].

На той час було мало даних про шкідливий вплив іонізуючого випромінювання на живі організми, в тому числі на людину. Але ще у 1921 р. Володимир Іванович помітив на одному зі своїх співробітників, який працював із препаратами радію, невеличкі виразки на руках і наказав йому припинити ці роботи. Ранки поступово загоїлися, й тоді стали зрозумілі їхні причини.

Необхідно зазначити, що з подібними фактами свого часу зіткнулися першовідкривачі іонізуючої радіації В. К. Рентген і А. С. Беккерель. Проте, на жаль, ще тривалий час засобами захисту від іонізуючої радіації просто нехтували.

У 20-30-ті роки стали відомі роботи Г. А. Надсона й Г. С. Філіппова в Росії, Г. Д. Меллера і Л. Стедлера у США, Л. Н. Делоне й А. О. Сапегіна в Україні про мутагенну дію рентгенівських променів. Роботами, виконаними у 1925 – 1930 рр. Л. Н. Делоне на базі Маслівського селекційного інституту, було встановлено виникнення мутацій пшениці під впливом X-променів і перспективи радіаційних мутацій для виведення нових сортів пшениці. Але саме В. І. Вернадський став першим, хто особливу увагу звернув на можливість генетичної дії випромінювання природних радіоактивних

елементів, особливо при потраплянні їх усередину організму, концентрування в значних кількостях у деяких тканинах.

До того часу належать перші дослідження про вплив підвищеного природного радіаційного фону на популяції рослин, висловлене Володимиром Івановичем припущення про можливу його дію на склад рослинних угруповань, яка у подальшому була підтверджена дослідженнями його учнів в умовах уранових субрегіонів. Були описані рослини різних таксономічних груп, сформованих в умовах підвищеного радіаційного фону, що вносили різні морфологічні зміни, які відрізняли їх від типових видових характеристик (зміна розмірів, форми, деяких органів, кольору) [16].

У кінці 30-х років були проведені дослідження щодо поширення в ґрунтах так званих важких природних радіонуклідів (уран, радій, торій, та ін.). На їхній підставі доведено, що ці радіонукліди можуть проникати через біологічні мембрани клітин рослин і тварин й концентруватися у великих кількостях в деяких тканинах, викликаючи відповідно посилене їх опромінення порівняно з опроміненням інших тканин.

У міру розширення досліджень щодо вивчення явища радіоактивності, впливу іонізуючого випромінювання на живі організми, практичного застосування його в різних сферах народного господарства зростала потреба у добуванні природних радіоактивних елементів. І школою В.І. Вернадського почали активно розвиватися біогеохімічні методи розвідування рудних копалин, що давали можливість оперативно й дешево виявляти локалізацію рудних мінералів. Так був обґрунтований і розроблений метод біогеохімічних індикаторів, в основі якого лежить ідея Володимира Івановича про специфічну здатність деяких вищих рослин вибірково нагромаджувати різні елементи, у тому числі й радіоактивні.

Ініціатором і керівником усіх згаданих робіт був В. І. Вернадський із його учнями та послідовниками, передусім згодом академіком АН СРСР О. П. Виноградовим і членом-кореспондентом ВАСГНІЛ В. В. Ковальським. Після смерті Володимира Івановича вони керували заснованими науковими



підрозділами й узагальнили результати досліджень, що стали класичними монографіями, в яких певне місце відведено також радіоекологічним питанням [17]. Слід зазначити, що далеко не завжди під роботами, які виходили з наукових підрозділів, очолюваних академіком В. І. Вернадським, виконаних за його задумом, стояло його прізвище. Сучасники, співробітники завжди підкреслювали незвичайну скромність і доброту Володимира Івановича, його щедрість у роздаванні ідей [18]. Це стосується й авторства багатьох публікацій, зокрема в галузі радіоекології.

У рамках нового напрямку науки стали формуватися й окремі його розгалуження. З упевненістю можна стверджувати, що саме в той передвоєнний час зародилася сільськогосподарська радіоекологія, розвиток якої шов буквально паралельно розвитку загальної радіоекології. Адже найперші дослідження щодо нагромадження природних радіоактивних елементів були проведені із сільськогосподарськими культурами. Більше того, особлива увага зосереджувалася на надходженні та концентрації цих елементів у рослини – тих частинах які використовують на корм сільськогосподарським тваринам і для харчування людини, та які можуть формувати підвищений рівень опромінення.

**Висновки.** Завдяки розвитку радіогеології й біогеохімії почалося дослідження вмісту природних радіоактивних елементів у різних об'єктах навколишнього середовища, включаючи рослини, тварини і людину, а також шляхів їхньої міграції в біологічних ланцюгах та вивчення впливу на живі організми, що відіграло важливу роль у становленні радіоекології як самостійної наукової дисципліни.

Нині головну увагу радіоекологи уділяють поведінці в навколишньому середовищі й дії на живі організми довгоживучих штучних радіонуклідів, які виникли у результаті розпаду урану при масовому випробуванні атомної зброї (близько 1600 атомних вибухів), ядерних аварій на підприємствах атомної енергетики (за різними оцінками від 250 до 450), таких як  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , та ін.. Загальні закономірності їхньої поведінки в ґрунті й воді.

Надходження у рослини та організми тварин, міграції трофічними ланцюгами, нагромадження в деяких тканинах і органах, впливу їхнього іонізуючого випромінювання на ріст, розвиток та окремі функції живих організмів у цілому не відрізняються від описаних В. І. Вернадським і його учнями природних радіонуклідів. Сучасні дослідники лише уточнюють ці закономірності, доповнюють та узагальнюють їх з урахуванням специфіки фізико-хімічних особливостей компонентів середовища, фізичних і хімічних властивостей окремих радіонуклідів, біологічних особливостей видів організмів. У цьому й полягають актуальність і евристичність робіт В. І. Вернадського, виконаних ще на зорі виникнення та початковому етапі розвитку радіоекології.

### Список літератури

1. Передельский А. А. Основания и задачи радиоэкологии / А. А. Передельский // Журнал общей биологии. – 1957. – Т. 18. – № 1. – С. 17–30.
2. Кузин А. М., Передельский А. А. Радиоэкология / А. М. Кузин, А. А. Передельский // Бюллетень охраны природы. – 1956. – № 1. – С. 65–70.
3. Odum E.P. Radiation ecology / E. P. Odum // *Fundamental of Ecology*. – Philadelphia, Penna: W.B. Saunders Co, 1957. – P. 452–479.
4. Вернадский В. И. Задачи дня в области радия (Речь, читанная в публичном заседании Общего Собрания 29 дек. 1910) / В. И. Вернадский // Изв. АН, 6 серия. – 1911. – Т. 5. – № 1. – С. 61–72.
5. Вернадский В. И. О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи./ В. И. Вернадский // – СПб: АН, 1910. – 54 с.
6. Вернадский В. И. О радиоактивных химических элементах в земной коре / В. И. Вернадский // Практическая медицина. – 1915. . – № 10-11. – С. 143-195.
7. Вернадский В.И. Краткий отчет о ходе исследования радиоактивных месторождений Российской империи летом 1914 г. / В. И. Вернадский// Изв. АН, 6 серия. - 1914. – Т. 18. № 18. – С. 1353–1384.
8. Вернадский В.И. Записка об организации при Российской Академии Наук Государственного радиового института / В. И.Вернадский // Изв. РАН, 6 серия. – 1922. – Т. 16, № 1. – 8. – С. 64. – 68.
9. Таубман Е. И. Первый центр по изучению радиоактивности в России / Е. И. Таубман // Научное и социальное значение деятельности В. И. Вернадского. – Л., 1989. – С. 11–17.
10. Сытник К.М., Апанович Е.М., Стойко С.М. В.И. Вернадский. Жизнь и деятельность на Украине./ К. М. Сытник и др. //.– К.: Наук. думка, 1988. – 368 с.

11. Вернадский В.И. Биосфера. / В. И. Вернадский //- Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. – 146 с.
12. Вернадский В.И. Изотопы и живое вещество // Докл. АН СССР, сер. А. – 1926, дек. – С. 215-218.
13. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами / В. И. Вернадский // Докл. АН СССР, сер. А. - 1929. № 2. – С. 33– 34.
14. Вернадский В.И. О концентрации радия растительными организмами / В. И. Вернадский // Докл. АН СССР, сер. А. – 1930. - № 20. – С. 539– 542.
15. Вернадский В. И. Начало и вечность жизни. / В. И. Вернадский // – М.: Советская Россия. 1989. – 704 с.
16. Вернадский В. И. Геохимия, биогеохимия и радиология на новом этапе / В. И. Вернадский // Вестн. АН СССР. – 1933. - № 11. – С. 17-24.
17. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. / А. П. Виноградов // – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 238 с.
18. Мочалов И. И. В.И. Вернадский – человек и мыслитель. / И. И. Мочалов //- М.: Наука. 1970. – 176 с.

**ВЛИЯНИЕ ИДЕЙ В.И. ВЕРНАДСКОГО НА РАЗВИТИЕ  
РАДИОЭКОЛОГИИ В УКРАИНЕ  
О. П. МАЙДЕБУРА, И.М. ГУДКОВ**

Проанализированы этапы развития радиоэкологии в Украине как новой науки под влиянием идей В.И. Вернадского.

**Ключевые слова:** *радиобиология, радиоэкология, радиогеология, В.И. Вернадский, радиоактивные элементы, биогеохимия, биогеохимические индикаторы.*

**THE INFLUENCE OF V.I. VERNADSKIY'S IDEAS ON THE  
DEVELOPMENT OF RADIOECOLOGY IN UKRAINE.**

**O.P. Maydebura, I.M. Gudkov**

*The role of V.I. Vernadsky ideas on development of radiobiology in Ukraine.*

**Key words:** *radiobiology, radioecology, V.I. Vernadsky, radionuclides, biogeochemistry, biogeochemical indicators.*