

8. Інтерв'ю з Наталією Володимирівною Грідіною [Текст] // Матеріали особистого архіву О. І. Ісаєвої.
9. Листи А. С. Бориневича до Г. С. Фінкельштейн, 1883 р. [Текст] // Матеріали особистого архіву Н. К. Островської.
10. Луньова, О. К. Антон Самійлович Бориневич та його внесок в економічну науку [Текст] / О. К. Луньова // Наук. вісн.: економіка, політологія, історія.– О., 2006.– Вип. 5 (25).– С. 194–200.
11. Николаева, Т. Была такая школа [Текст] / Т. Николаева // Вечерняя Одесса.–1994.– 17 сент.– № 157–158.– С. 4–5.
12. Озерянская, И. Молодые годы статистика А. С. Бориневича [Текст] / И. Озерянская // Вісн. Одес. іст.–краснав. музею – № 7.– 2009.– С. 30–41.
13. Одеський державний економічний університет. Нариси історії [Текст] / [Бородатий В. П., Скрипник М. О., Граждан В. Д., Редькін О. С.]– О.: АТЗТ ІРЕНТТ, 2000.– 268 с.
14. **Бернштейн, С. Б.** Зигзаги памяти. Воспоминания. Дневниковые записи [Текст] / С. Б. Бернштейн.– М., 2002.– 373 с.
15. **Скрипник, М. О.** Антон Самойлович Бориневич – видатний вчений України [Текст] / М. О. Скрипник // Вісн. соц.–економ. дослідж.: зб. наук. пр. ОДЕУ.– О., 2002.– Вип. 12.– С. 298–299.
16. **Трегубов, К.** Земский статистик: [А. С. Бориневич] [Текст] / К. Трегубов // Вечер. Одесса.– 1980.– 26 июля.– № 172 (2107).– С. 4.
17. **Штерн, С.** Цельная личность [Текст] / Сергей Штерн // Одес. листок.– 1915.– № 58.– С. 3.

*Надійшла до редколегії 20.11.2014*

УДК 550.46 (092):001.89 (477)

**О. Л. Якимюк**

*Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара*

## **НАУКОВА ПРОГРАМА ГІДРОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ Є. С. БУРКСЕРА: ЕТАП СТАНОВЛЕННЯ**

**Вивчено й описано процес становлення гіdroхімічних досліджень Є. С. Бурксера. На основі аналізу наукових праць Є. С. Бурксера та архівних матеріалів виокремлено період формування відповідної наукової програми. Визначено основну тематику й завдання гіdroхімічних досліджень Є. С. Бурксера на етапі формування цього напрямку досліджень.**

*Ключові слова:* наукова програма, гіdroхімічні дослідження, гіdroгеохімія, бальнеологія, курортологія, мінеральні води, лікувальні грязі, ропа лиманів, радіоактивність, Є. С. Бурксер, В. І. Вернадський.

**Изучен и описан процесс становления гидрохимических исследований Е. С. Бурксера. На основании анализа научных работ Е. С. Бурксера и архивных материалов выделен период формирования соответствующей научной программы. Определены основная тематика и задачи гидрохимических исследований Е. С. Бурксера на этапе формирования этой научной программы**

*Ключевые слова:* научная программа, гидрохимические исследования, гидрогеохимия, бальнеология, курортология, минеральные воды, лечебные грязи, ропа лиманов, радиоактивность, Е. С. Бурксер, В. И. Вернадский.

**The process of formation of hydrochemical investigations of E. Burkser was studied and described. The period of corresponding scientific program formation was selected due to analysis**

of scientific papers of E. Burkser and recovered archival materials. The main themes and objectives of hydrochemical investigations of E. Burkser were identified at the stage of this research program.

*Key words:* scientific program, hydrochemical investigations, hydrogeochemistry, wellness, balneology, mineral water, mud, brine of estuaries, radioactivity, E. S. Burkser, V. I. Vernadsky.

Час, до якого належить зародження гідрохімії як науки, визначити досить складно. Про найдавніше розуміння надзвичайного значення води свідчать філософські вчення Фалеса Мілетського (624–543 р. до н. е.), Платона (427–347 р. до н. е.), Аристотеля (384–322 р. до н. е.), в яких вода розглядалася як одна з основ всесвіту. Історично наукова гідрохімія почала складатися з кінця XVIII ст. і особливо бурхливого розвитку набула в другій чверті XX ст. Виданий натураліст XX ст. В. І. Вернадський (1863–1945) у труді «Історія природних вод» зазначив: «в огромной литературе тысячелетий, из которой до нас дошли ничтожные отрывки, <...> несомненно находятся корни многих современных представлений. Но, очевидно, непрерывное развитие гидрохимии и минералогии не могло иметь места, пока не были выявлены в основных чертах две стороны научной картины мира: во-первых, пока не были выяснены основные черты химии и эмпирически и, хотя бы без всякого теоретического объяснения и рационалистического понимания, реально введены в научный обиход химические элементы, и, во-вторых, пока не были получены основные понятия о Земле – о ее размерах, о ее форме и о ее положении в Космосе.

К этому научная мысль начала подходить с XVI столетия, приблизившись к нему в предыдущем XV веке. <...> XVII век – в частности по отношению к природным водам – дал основы точной методики для измерения температур, метеорологических инструментов, определения туч и влажности, приборов и методики точного химического анализа, научных классификаций. <...> Надо лишь помнить, что в древней эллинской науке уже были первые точные основы научных представлений о физико-химических свойствах природных вод, о их различии в этом отношении» [11, с. 206–207].

Становленню гідрохімії сприяли роботи видатних вчених А. Лавуазьє (1743–1794) і Г. Кавендіша (1731–1810), які незалежно один від одного встановили хімічний склад води.

Важливе значення для розвитку гідрохімії в Росії мали праці М. В. Ломоносова (1711–1765) з вивчення хімічного складу природних вод.

Суттєвим чином на розвиток гідрохімії у XIX ст. вплинуло активне використання мінеральних вод у лікувальних цілях, у зв'язку з чим потребувалося визначення їх складу. Саме в цей період було виконано велику кількість аналізів природних вод. Відкриття явища радіоактивності (А. Беккерель, 1896) і вивчення її впливу на організм сприяли розвитку радіологічних досліджень вод, грязей, атмосферного повітря з боку вчених-бальнеологів, хіміків, фізиків, геологів. У Російській Імперії дослідження в галузі радіоактивності вод та природних об'єктів було розпочато в 1903 р. роботами проф. Московського університету О. П. Соколова (1854–1928). Він один з перших припустив наявність зв'язку між лікувальними властивостями мінеральних вод, грязей та їх радіоактивністю.

Вивченню хімії природних вод у XIX–XX ст. сприяв стрімкий розвиток техніки і необхідність дотримання конкретних вимог відносно складу води, що використовувалася в технологічних процесах.

На початку ХХ ст. з хімії природних вод було накопичено настільки значний обсяг знань, що виникла необхідність у відокремленні гідрохімії в самостійну наукову дисципліну.

Визначення гідрохімії як науки дав відомий гідрохімік О. О. Алекін (1908–1995) у 1970 р., доповнив А. М. Ніканоров (1935 р.н.) у 1989 р.: гідрохімія – це наука, яка вивчає хімічний склад природних вод, а також його зміни під впливом природних (хімічних, фізичних і біологічних) й антропогенних факторів і процесів [14, с. 4].

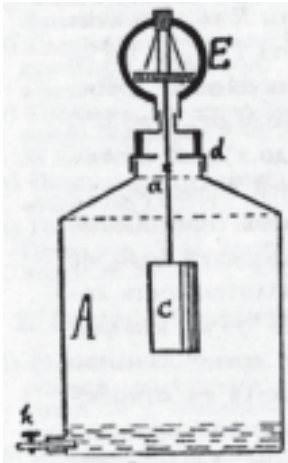
В Україні гідрохімічні дослідження набули розвитку у 20-х рр. ХХ ст. Одним з піонерів гідрохімічних досліджень в Україні був Євген Самойлович Бурксер (1887–1965), учений-геохімік, засновник першої радіологічної лабораторії в Російській Імперії (Одеса, 1910 р.), член-кореспондент Української академії наук (1925), автор праць з аерогеохімії, гідрохімії, бальнеології, хімії і технології рідкісних та розсіяних елементів. Під його керівництвом проводилися роботи з вивчення речовинного складу й фізичних властивостей метеоритів, було створено перший в Україні відділ абсолютного віку гірських порід і ядерної геології.

**Метою** роботи є виокремлення періоду становлення програми гідрохімічних досліджень Є. С. Бурксера, з'ясування напрямів і завдань, що ставилися вченим на етапі формування відповідної наукової програми та визначення її змісту.

**Предметом дослідження** слугували статті та монографії Є. С. Бурксера, що містять результати гідрохімічних досліджень.

Науково-дослідну діяльність Є. С. Бурксер розпочав при Хімічному відділі Одеського відділення Імператорського Російського Технічного Товариства після закінчення Новоросійського університету в 1909 р. З ініціативи ученого при Хімічному відділі була відкрита Одеська радіологічна лабораторія (1910). На той час це була перша спеціалізована радіологічна лабораторія в Російській Імперії, в завдання якої входило вивчення радіоактивності природних об'єктів: вод, грязей, ґрунтів, гірських порід та ін. У журналі, що видавала Радіологічна лабораторія, з цього приводу зазначено: «С 1910 года отдел положил основание радиологической лаборатории для исследования радиоактивности вод, грязей и почв, а равно и для изучения вопроса о практическом применении радия. <...> Отдел <...> начал эту ответственную работу, руководствуясь необходимостью создать у нас в России учреждения, которые были бы в курсе по всем вопросам, касающимся радия, могли бы рука об руку работать с институтами Запада над изучением этого элемента и дать нашей родине возможность своевременно ознакомиться с особенностями радия и использовать его качества» [2, с. 1]. Труди, що видавалися під редакцією Є. С. Бурксера Одеською радіологічною лабораторією, були першим періодичним виданням з питань радіоактивності в Росії.

Завдання, що ставила перед собою Радіологічна лабораторія, тісно перекликалися з ідеями акад. В. І. Вернадського (1863–1945), відображеними у записці «Про необхідність дослідження радіоактивних мінералів Російської Імперії», виданій у 1910 р. У записці В. І. Вернадський відзначив: «С точки зрення радиоактивных явлений, Россия является почти совершенно не изученной, и имена русских ученых почти отсутствуют в огромной литературе по радиоактивности, созданной научным трудом международной научной армии» [12, с. 43]. У цій же записці В. І. Вернадський висунув ідею систематичного вивчення радіоактивності повітря й водних мінеральних джерел у Російській Імперії, накреслив завдання з розшуку радіоактивних родовищ [12].



Відзначимо, що ідеї В. І. Вернадського значно вплинули на формування й розвиток науково-дослідницьких програм Є. С. Бурксер.

Роботу в Одеській радіологічній лабораторії Є. С. Бурксер розпочав з визначення радіоактивності одеської водогінної води з метою з'ясування можливості використання цієї води як неактивної під час вимірювання радіоактивності різноманітних вод. Під час проведення досліджень використовувався «фонтактоскоп», що являв собою скляну посудину А (ємністю 10 л), на верхню частину якої насаджували електроскоп Е (дивись рисунок). Дослідження базувалися на вимірюванні падіння напруги в посудині внаслідок здатності радіаційного випромінювання іонізувати повітря і розряджати заряджені тіла. Результати досліджень подавали в одиницях Махе, що являє собою таку кількість еманції радію в 1 л води чи газу, яка викликає іонізаційний струм насичення, що дорівнює 0,001 електричної одиниці, у разі повного поглинання  $\alpha$ -частинок [2].

Оскільки у завдання Одеської радіологічної лабораторії входило дослідження на радіоактивність мінералів, ґрунтів і вод, то влітку 1911 р., за підтримки Міської виконавчої курортної комісії, лабораторія, під керівництвом Є. С. Бурксера, відкрила відділення в міських лікувальних закладах на Хаджибейському та Куяльницькому лиманах з метою дослідження ропи на місцях. Протягом червня було визначено радіоактивність ропи для зразків, узятих з різних місць лиману. Радіоактивність ропи Хаджибейського та Куяльницького лиманів визначали в одиницях Махе за допомогою «фонтактоскопа». Одночасно з дослідженням ропи лиманів було зібрано проби мулу та гірських порід, які аналізувалися в лабораторії. Щоб з'ясувати причину радіоактивності ропи лиманів, у лабораторії було проведено додаткові аналізи, у результаті яких було зроблено висновок щодо присутності в ропі Хаджибейського та Куяльницького лиманів радію: «... нужно допустить содержание радия в  $1 \text{ см}^3 0,54 \cdot 10^{-13}$  г радия (для Хаджибейского лиману, авт. ). <...> Куяльницкая рапа обладала радиоактивностью – 0,21 ед. Махе, что соответствует содержанию радия в  $1 \text{ см}^3 0,20 \cdot 10^{-13}$  г» [3, с. 43]. Також у лабораторії проводилося визначення кількості торію в ропі за його еманцією [3]. Внаслідок відсутності на той час в Одеській радіологічній лабораторії еталонованого приладу для вимірювання радіоактивності результати визначення радіоактивності ропи Хаджибейського та Куяльницького лиманів неможливо було виразити в еманах [10].

Під впливом записки акад. В. І. Вернадського «Про необхідність дослідження радіоактивних мінералів Російської Імперії» Радою хімічного відділу було прийнято рішення про поширення діяльності Одеської радіологічної лабораторії та організацію експедицій для вивчення радіоактивності мінеральних вод та виявлення радіоактивних руд на території Російської Імперії. У грудні 1911 Є. С. Бурксер подав план організації експедиції на Кавказ для дослідження радіоактивності мінеральних джерел Боржомі, Тифліса і Абас-Туману. Про хід підготовки експедиції на Кавказ, яка відбулася влітку 1912 р., Є. С. Бурксер регулярно інформував акад. В. І. Вернадського, про що свідчать листи, які зберігаються в архіві РАН.

Одним з перших завдань, поставлених перед експедицією, було вимірювання радіоактивності джерел в одиницях Махе та визначення в них радію, торію

й нітону. Крім того, у ході експедиції планувалося дослідження радіоактивності відкладів джерел і газів, що ними виділяються, а також з'ясування причин радіоактивності. Передбачалося проведення аналізів вод, відкладів і газів задля визначення в них гелію, аргону, урану та інших елементів. Свою роботу експедиція почала з району Боржомі, де було досліджено радіоактивність мінеральних вод Єкатерининського й Євгенієвського джерел, а також Садгерських, Цагверських, Либанських, Цихис-Джварських джерел і Бери-Цхаро. Далі експедиція вивчала радіоактивність джерел вздовж залізниці у районі Сурамського тунелю. У Тифлісі визначалася радіоактивність мінеральних джерел у районі Сеїд-Абадської гори і двох джерел на лівому узбережжі Кури, а також було взято проби ропи і грязей Авлабарських озер. В Абас-Тумані вивчалася радіоактивність Зміїного, Богатирського й Золотушного мінеральних джерел. У Махинджаурі біля Батумі визначалася радіоактивність сірчаного джерела.

За результатами досліджень, виконаних у ході експедиції, Є. С. Бурксер зробив висновок, що найбільш радіоактивними є теплі сірчані джерела ( $20^{\circ}$ – $32^{\circ}$ ) внаслідок вмісту в них еманції радію. Радіоактивність усіх, досліджених експедицією, джерел невелика і лежить у межах (0–2,77 од. Махе). Залежність між температурою вод і їх радіоактивністю знайти не вдалося. Також було встановлено, що води одного й того ж походження мають майже однакову радіоактивність. Протікання води по довгому водогону або ж по поверхні порід, спричиняючи видалення розчинених у них газів, приводить до зниження їх радіоактивності. Досліджуючи відклади Єкатерининського й Євгенієвського мінеральних джерел, Є. С. Бурксер визначив кількісний вміст радію й мезоторію в них [4]. Загалом, у ході експедиції було визначено на місці радіоактивність близько 60 мінеральних джерел Тифліської губернії та Батумської області.

У травні 1912 р. під керівництвом Є. С. Бурксера проводилося дослідження радіоактивності води з колодязя, що розташовувався в середньому ярусі узбережжя Хаджибейського лиману.

Продовжуючи в червні 1913 р. експедиційні дослідження, розпочаті на Кавказі у 1912 р., Є. С. Бурксер із співробітниками Одеської радіологічної лабораторії здійснив вивчення радіоактивності ряду джерел і гірських порід Чорноморського узбережжя Кавказу, також виконав додаткові дослідження вод у Боржомі. За результатами експедиційних досліджень Гагринських джерел було встановлено, що радіоактивність води підвищується в разі підвищення температури води: найбільш радіоактивними були деякі теплі джерела Гагрипша. Слабку радіоактивність мали джерела, що витікали зі слаборадіоактивних вапняних порід та мергелів. Під час роботи експедиції досліджували Мацестинські мінеральні джерела, розташовані поблизу Сочі. Для Мацестинських вод визначалася температура, радіоактивність, а також наводяться відомості з мінералізації й вмісту вільного  $H_2S$  і вільного  $CO_2$ . Є. С. Бурксер дійшов висновку, що радіоактивність Мацестинських джерел обумовлена вимиванням радіоактивних речовин із гірських порід, що руйнуються під впливом сірчаних вод. Було встановлено, що найбільшу радіоактивність має джерело з найбільшою температурою й мінералізацією [5; 6]. Тоді ж, вдруге, визначалася радіоактивність Боржомських джерел (Єкатерининського й Євгенієвського), було підтверджено наявність значних коливань радіоактивності. Також вивчалася радіоактивність чотирьох нових джерел. Отримані результати свідчили про досить високу радіоактивність нових джерел порівняно з Єкатерининським і Євгенієвським джерелами [7].



Дослідження радіоактивності джерел та лікувальних грязей у 1914 р. проводилися Є. С. Бурксером у Пензенській та частково в Подільській губерніях [13, л. 16]. Це були перші гідрохімічні дослідження, які поклали початок цій програмі.

Літо 1914 р. ознаменувалося початком Першої світової війни, що не могло не вплинути на діяльність Одеської радіологічної лабораторії. Про умови роботи лабораторії Є. С. Бурксер у листі до В. І. Вернадського писав:

*«...Лаборатория моя продолжает функционировать исключительно для личных работ, т.к. частных исследований теперь не поступает. <...> Летние работы в Бессарабии и Подолии почти у границы были прекращены еще до 15 июля» [1, л. 20].*

А проте гідрохімічні дослідження були продовжені й навіть набули певного організаційного оформлення. З 1915 р. по 1918 р. під керівництвом Є. С. Бурксера проводилося всебічне дослідження ропи і грязей на узбережжі Азовського та Чорного морів за планом, розробленим комісією при Одеському відділі Всеросійського товариства для розвитку російських лікувальних місцевостей. Відзначимо, що одним із засновників відділу, створеного навесні 1915 р., був Є. С. Бурксер. Учений брав активну участь у роботі відділу: був членом правління та обіймав посаду секретаря. З його ініціативи була організована комісія з дослідження лікувальних місцевостей північної Бессарабії й мінеральних джерел на Одеських лиманах, робота якої велася за програмою, запропонованою Є. С. Бурксером. Програму досліджень було складено на основі анкетних даних, отриманих від земських та міських управ, а також приватних осіб Одеською радіологічною лабораторією. Програма досліджень передбачала:

1. Дослідження фізичних властивостей грязей, що включало визначення питомої ваги, теплопровідності, теплоємності, в'язкості грязі, а також визначення водопроникності та механічної будови грязі.

2. Дослідження хімічного складу грязей, що складалося:

- 1) з визначення вмісту в грязі води, твердих речовин та речовин розчинних у воді;
- 2) визначення складу розчинених у воді речовин (натрію, калію, літію, магнію, хлору, бромю, йоду, сірчаної та інших кислот, органічних речовин тощо);
- 3) визначення складу розчинених у соляній кислоті й нерозчинених у воді речовин;
- 4) визначення складу нерозчинених у соляній кислоті речовин;
- 5) визначення в грязі загальної кількості азоту, сірководню, вуглекислоти, фтору.

3. Дослідження радіоактивності грязей і відкладів.

4. Дослідження фізичних властивостей ропи і джерельних вод, що включало:

- 1) визначення для ропи питомої ваги, кольору, прозорості та запаху;
- 2) визначення для джерельних вод температури, питомої ваги, кольору, прозорості, запаху й смаку.

5. Дослідження хімічного складу ропи і джерельних вод.

6. Дослідження радіоактивності ропи і джерельних вод, що складалося:

- 1) з визначення на місці радіоактивності 1 літра води в од. Кюрі і Махе;
- 2) визначення вмісту торію і радію в 1 літрі води [16, с. 47–49].

Для реалізації цієї програми було організовано експедицію на чолі з Є. С. Бурксером. У квітні 1915 р. було проведено вимірювання радіоактивності

вод двох мінеральних джерел, що розташовувалися на узбережжі Куяльницького лиману. Ці дослідження продовжувалися протягом літа і виявили високу радіоактивність одного з джерел, що було пояснено наявністю у воді еманції радю. Також проводилися визначення радіоактивності ропи Хаджибейського й Куяльницького лиманів на різній глибині. У результаті цих досліджень Є. С. Бурксер зробив висновок, що радіоактивність ропи Хаджибейського лиману є доволі постійною й не залежить від глибини, натомість радіоактивність ропи Куяльницького лиману змінюється залежно від глибини. Одночасно Є. С. Бурксером проводилися дослідження фізичних властивостей і радіоактивності Хаджибейських та Куяльницьких грязей [Там же, с. 49–58]. На відміну від досліджень 1911 р., коли радіоактивність вимірювалась в од. Махе, у 1915 р. радіоактивність визначалася в Еманах, що пояснюється використанням еталонованого приладу.

На початку червня 1915 р. Є. С. Бурксером спільно зі співробітниками Одеської радіологічної лабораторії проводилися дослідження в приморській частині Північної Бессарабії. Було оглянуто Шаболатське озеро, озера Бессарабського Бугазу, озера Ізмаїльського повіту: Бурнаст, Алібей, Шагани, Сасик. У ході досліджень було проведено визначення радіоактивності і щільності ропи озер (за Боме), також було визначено фізичні властивості грязей та їх радіоактивність.

У період з кінця червня – початку липня досліджувалася радіоактивність солоних озер в околицях Бердянська і було знайдено підвищену радіоактивність води Красного лиману й Малого озера. З початку липня Є. С. Бурксер досліджував радіоактивність ропи і грязей солоних озер м. Ногайська й дійшов висновку, що вони придатні для курортного лікування. У той же час було проведено визначення радіоактивності ропи, грязей і повітря Сакського озера. За результатами дослідження Сакського озера Є. С. Бурксер установив, що ропа в різних місцях Сакського озера має різну радіоактивність, що було пояснено неоднаковим виділенням еманції в різних місцях озера [16, с. 85–112].

Про дослідні роботи, що проводилися в 1915 р., Є. С. Бурксер писав у листі до акад. В. І. Вернадського:

*«... С средних чисел июля по настоящее время мы произвели (я и три моих сотрудника) обширные радиологические исследования источников юга России, лечебных грязей и воздуха.*

*Работы велись в Бессарабии: озеро Шаболотское, Бугаз; Таврич. [еской] губ.: озера Ногайские (2), Бердянские (6), Сакское. В Кубанской области: озера Тузлянские, Голубицкое, Баталташинские, Бугаз Кубанский. Источники групп Горячего ключа, Семигорские, Запорожские, Красногорские, группа источников у подножия Эльбруса (высота до 3400 метр) и др. В собранном материале в Кубанской области будут произведены определения содержания Ra, Th, Rb и K.*

*Работы в Кубанской области будут продолжаться и 1916 и 1917 г...»* [1, л. 17].

Під час дослідної роботи експедиції в 1915 р. в Кубанській області Є. С. Бурксер вивчив радіоактивність близько 40 зразків грязей, порід та проб вод. У серпні 1915 р. визначалися радіоактивність та щільність ропи в різних частинах Голубицького озера, групи Тузлянських озер, озера Бугаз, озера Чумбурки.

Наприкінці грудня 1915 р. Є. С. Бурксер відправився до м. Миргорода, де на пропозицію міського голови проводив визначення радіоактивності мінеральної води та розчинених у ній газів, використовуючи й прилади, удосконалені ним са-

мим. У праці, присвяченій дослідженням, проведеним у Миргороді, Є. С. Бурксер зазначав з цього приводу:

«Для указанной цели мною был взят прибор Энглера и Сивекинга (фонтактоскоп – авт. ), выверенный на эталон радия, для определения радиоактивности и походная химическая лаборатория, выработанного мною типа» [9, с. 25].

У ході дослідних робіт на місці було виконано вимірювання радіоактивності води, визначено, що температура води є постійною, також було надано опис органолептичних властивостей води: колір, запах, смак. На місці визначався вміст в 1 л. води вільного сірководню, зв'язаного сірководню, сірчановатистої кислоти ( $H_2S_2O_3$ ), напівзв'язаної та вільної вугільної кислоти, оксиду заліза, аміаку. Крім досліджень, проведених на місці, Є. С. Бурксер виконав у Радіологічній лабораторії низку аналізів з визначення хімічного складу мінеральної води. За результатами досліджень Є. С. Бурксер зробив висновок, що за складом вода подібна до вод Баден-Бадена, але має більш низьку температуру і може бути віднесена до групи слабких вод кухонної солі.

Виконуючи дослідження мінеральної води з бурової свердловини м. Миргород, окрім радіоактивності води Є. С. Бурксер визначив її хімічний склад, проводячи, таким чином, не тільки радіологічні, а й гідрохімічні дослідження. Відзначимо, що дослідження радіоактивності мінеральних вод, ропи озер, грязей, що проводилися Є. С. Бурксером у ході численних експедицій 1912–1915 рр., супроводжувалися хімічними аналізами, які виконувалися в лабораторії Хімічного відділу Одеського відділення Російського Технічного Товариства хіміком Є. А. Дрізо.

Влітку 1916 р. продовжувалися роботи з дослідження Кубанських вод і грязей. У червні 1916 р. досліджувалися озера, розташовані на Кубанському узбережжі Азовського моря – озера Ясенської групи, Приморсько-Ахтарські озера. Визначалися густина та радіоактивність ропи в різних місцях озера, а також вимірювалася радіоактивність грязей [8, с. 237–239].

У цій експедиції активну участь брав Вл. І. Спіцин (1893–1923) – російський хімік, радіолог. Повідомляючи про хід експедиції, Вл. І. Спіцин у листі до проф. І. А. Каблукова (1857–1942), від 17 липня 1916 р., писав:

«Дорогой Иван Алексеевич, пишу Вам кое-что о своем житье. Вот уже больше месяца ежду с Е. С. Бурксером по Кубанской области. Экспедиция в этом году представлена только двумя участниками: мною и Е. С. [Бурксером]. Внутри области изъездили уже более 1500 верст. ... За всю эту поездку в радиоактивном отношении приобрел очень немного – Е. С. [Бурксер] увлекся теперь водами и грязями со всех сторон. Зато в практическом отношении в смысле умения брать пробу, дать описание источника, манипуляций с грязями – приобрел очень много» [15].

Дослідження, проведені в межах Кубанської області, мали своїм результатом виявлення виключно високого вмісту йоду в деяких водах Солоного Яру та Темряку.

На жаль, відомостей щодо науково-дослідницької діяльності Є. С. Бурксера в період 1917–1918 рр. дуже мало. У цей період не було надруковано жодної праці вченого. Пояснити це можна скрутними умовами, що склалися внаслідок революційних подій 1917 р. Проте Є. С. Бурксер продовжував займатися науковою роботою, про що свідчать звіти Одеської радіологічної лабораторії, знайдені в архівних справах. Так, за свідченнями Є. С. Бурксера, у 1917 р. за дорученням Костянтиноградської земської управи (Полтавська губернія) він проводив досліджен-



ня мінеральних джерел Свяченої Балки. Але взимку умови праці погіршилися настільки, що роботу в лабораторії було призупинено до весни: «...к недостатку целого ряда необходимых для работы материалов присоединилось и отсутствие топлива, заставившее до весны прервать лабораторную работу» [8, л. 18].

Незважаючи на всі труднощі, у серпні 1918 р., за дорученням Аккерманського земства (Бессарабська губернія), Є. С. Бурксер разом з геологом Р. Р. Виржиховським проводив повторне дослідження Шаболатського лиману, розпочате в 1915 р. Під час цих досліджень вимірювалися радіоактивність та густина ропи в різних частинах озера. Порівнюючи отримані дані з результатами аналізів, одержаних у 1915 р., Є. С. Бурксер дійшов висновку, що концентрація ропи в різних місцях непостійна, натомість склад сольової маси залишався дуже постійним. Вимірюючи радіоактивність вод озера у 1918 р. за допомогою фонтатоскопа тим же методом, що й у 1915 р., Є. С. Бурксер з'ясував, що суттєвих змін у радіоактивності ропи не відбулося, незважаючи на підвищення концентрації ропи. У ході досліджень 1918 р. здійснювався хімічний аналіз проб ропи, взятих з різних частин Шаболатського лиману, вод із свердловини на березі озера та джерела «Тепличина» [8, с. 56-59]. Того ж літа, за дорученням міської управи, Є. С. Бурксер виконав хімічний аналіз ропи Хаджибейського та Куяльницького лиманів [8, с. 96, 126].

Дослідними роботами, проведеними Є. С. Бурксером у 1918 р., було закінчено становлення програми гідрохімічних досліджень. Починаючи з 1919 р. гідрохімічні дослідження, розгорнуті вченим, набувають систематичного, програмного характеру.

Таким чином, аналіз низки наукових праць та звітів Є. С. Бурксера, присвячених дослідженню природних вод та лікувальних грязей, дозволяє зробити висновок, що радіологічні дослідження природних об'єктів, розпочаті вченим у 1911 р., стали підґрунтям для формування й розвитку наукової програми гідрохімічних досліджень. Причому сприяли розвитку цих досліджень й інтереси місцевої влади, зацікавленої у використанні грязей та вод як лікувальних.

У 1911–1915 рр. Є. С. Бурксером спільно зі співробітниками Одеської радіологічної лабораторії розроблялися методи й виконувалися радіологічні дослідження лікувальних грязей, ропи солоних озер і лиманів. Цей період збігається з підвищенням інтересу в суспільстві до лікувальних властивостей грязей та мінеральних вод і намаганням знайти пояснення їх цілющим властивостям у радіоактивності. У цей час зорганізуються комплексні експедиції задля вивчення мінеральних вод, ропи та грязей, в яких беруть участь спеціалісти з бальнеології, геології, хімії. У працях цього періоду Є. С. Бурксер визначається з методами і методиками визначення радіоактивності вод та грязей, а також кількісного визначення вмісту радію й торію, про які він пише в своїх працях. Є. С. Бурксер займався не тільки визначенням радіоактивності лікувальних грязей, вод, повітря, а й питанням з'ясування її природи, намагався знайти причини радіоактивності мінеральних вод, ропи і лікувальних грязей. Основним завданням на цьому етапі було вирішення питання про залежність радіоактивності вод від їх складу, температури і радіоактивності порід. Визначення радіоактивності вод проводилися не тільки з бальнеологічними цілями, а й для знаходження родовищ радіоактивних мінералів.

Починаючи з 1916 р. вивчення радіоактивності природних об'єктів, що проводилося під керівництвом Є. С. Бурксера, супроводжувалося хімічними дослідженнями соляних вод і мінеральних вод. У ході експедиційних робіт значна увага приділялася вивченню фізико-хімічних властивостей мінеральних вод, ропи

та лікувальних грязей. Також роботами експедицій було виявлено цілу низку рідше невідомих мінеральних джерел, у тому числі знайдено виключно високий вміст йоду в деяких з них у межах Кубанської області. Таким чином, у самостійну наукову програму гідрохімічні дослідження почали виокремлюватися починаючи з 1916 р.

У 1918 р. за вивчення фізичних властивостей грязей та розробку методів їх дослідження Одеське бальнеологічне товариство відзначило Є. С. Бурксеру премією ім. проф. О. О. Мочутковського. Пізніше результати досліджень одеських лиманів, соляних водоймищ Кубанської та Ізмаїльської областей увійшли до монографії Є. С. Бурксеру «Солоні озера та лимани України», за яку вчений був нагороджений премією ім. Держинського і Наркомпросом України.

Підсумовуючи, можна сказати, що протягом періоду 1911–1918 рр. відбувалася поступова трансформація радіологічних досліджень вод та лікувальних грязей у певну програму гідрохімічних досліджень. Роботами, проведеними у цей період, Є. С. Бурксер зробив суттєвий внесок у розвиток знань про озера, мінеральні води та лікувальні грязі, що мало науково-практичне значення для організації курортної справи й освоєння природних лікувальних ресурсів півдня України.

Вагомість досліджень, проведених Є. С. Бурксером, та отриманих результатів, не залишилась поза увагою нащадків, і на честь заслуг у дослідженні природних лікувальних факторів Бердянська на території санаторію «Бердянськ» встановлено пам'ятний знак із зображенням вченого.

### Бібліографічні посилання

1. Архив Российской академии наук (РАН) [Текст]. – Ф. 518, оп. 3 д. 209.
2. **Бурксер, Е. С.** Радиоактивность Одесской водопроводной воды [Текст] / Е. С. Бурксер // Тр. хим. и радиолог. лаб. – 1911. – № 1 – С. 1–4.
3. **Бурксер, Е. С.** Исследование радиоактивности Одесских лиманов [Текст] / Е. С. Бурксер // Тр. хим. и радиолог. лаб. – 1911. – № 2 – С. 40–54.
4. **Бурксер, Е. С.** Отчеты экспедиции для исследования радиоактивности минеральных источников Тифлиской губернии [Текст] / Е. С. Бурксер // Там же – С. 100–126.
5. **Бурксер, Е. С.** Исследование Мацестинских источников [Текст] / Е. С. Бурксер // Зап. Одес. отд. Рус. техн. об-ва – 1914. – № 2 – С. 64–65.
6. **Бурксер, Е. С.** Радиоактивность горных пород и источников Гагр [Текст] / Е. С. Бурксер // Там же – С. 61–64.
7. **Бурксер, Е. С.** Исследование радиоактивности новых источников парка минеральных вод в Боржоме и некоторых других источников окрестностей Боржома [Текст] / Е. С. Бурксер // Там же – С. 65–67.
8. **Бурксер, Е. С.** Солоні озера та лимани України [Текст] / Е. С. Бурксер. – К., 1928. – 338 с.
9. **Бурксер, Е. С.** Исследование воды буровой скважины в г. Миргороде [Текст] / Е. С. Бурксер // Гидрохим. материалы – Петроград, 1916. – Т. 2 – С. 21–31.
10. **Бурксер, Е. С.** Одесские лиманы: (Гидрохимические исследования) [Текст] / Е. С. Бурксер. – К., 1953. – Вып. 2. – 143 с.
11. **Вернадский, В. И.** История минералов земной коры [Текст] Т. 2 История природных вод. Ч. 1. / В. И. Вернадский. – Ленинград: Госхимтехиздат, 1933 г. – 202 с.
12. **Вернадский, В. И.** О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи [Текст]: 2-е испр. и доп. изд. / В. И. Вернадский. – СПб., 1911. – 58 с.

13. Державний архів Одеської області [Текст]. – Ф. 1220, оп. 2, спр. 518.
14. **Плешенко, В. І.** Загальна гідрохімія [Текст] / В. І. Плешенко, В. К. Хільчевський. – К.: Либідь, 1997. – 382 с.
15. **Спицын, Викт. И.** Владимир Иванович Спицын [Текст] / В. И. Спицын, Н. К. Ламан. – М., 1981. – 168 с.
16. Труды экспедиции по исследованию Южно-русских лечебных местностей [Текст] / Ежегодник Одесского отдела Всероссийского общества для развития и усовершенствования русских лечебных местностей. – О., 1916. – Т. 1–128 с.

*Надійшла до редколегії 12.12.2014*

УДК 530.1 (09)

**И. М. Бормотова**

*Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара*

### **ОТТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА КАЗИМИРА**

**Проведено историко-научное исследование отталкивающей силы Казимира. Показаны момент и причины возникновения отталкивающей силы Казимира на примерах моделей и конфигураций систем.**

*Ключевые слова:* эффект Казимира, конфигурации, граничные условия, квантовые флуктуации.

**Проведено історико-наукове дослідження відштовхувальної сили Казимира. Показано момент і причини виникнення відштовхувальної сили Казимира на прикладах моделей і конфігурацій систем.**

*Ключові слова:* ефект Казимира, конфігурації, граничні умови, квантові флуктуації.

**We present a historical-scientific study of the repulsive Casimir force. We provide the circumstances and causes of the emergence of the repulsive Casimir force in various examples of models and system configurations.**

*Key words:* Casimir effect, configuration, boundary conditions, the quantum fluctuations.

#### **Введение. Эффект Казимира**

В 1948 г. голландский физик Хендрик Казимир (*Hendrik Casimir*, 1909–2000) сделал предсказание о притягивающей силе, возникающей между проводящими незаряженными пластинами под действием квантовых флуктуаций в вакууме, в котором постоянно рождаются и исчезают виртуальные частицы и античастицы. Возникающая сила притяжения между пластинами имеет вид [8]

$$F = -\frac{\partial E}{\partial a} = -A \frac{\pi^2 \hbar c}{240 a^4},$$

где  $A$  – площадь пластин (объектов);  $a$  – расстояние между ними;  $E$  – энергия Казимира.