

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

Є. С. БУРКСЕР І СТАНОВЛЕННЯ ПРОГРАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З АЕРОХІМІЇ

На основі наукових праць Є. С. Бурксера та архівних матеріалів розглянуто і описано процес зародження та розвитку програми аерохімічних досліджень в Україні під керівництвом Є. С. Бурксера.

Ключові слова: аерогеохімічні дослідження, програма, склад повітря, атмосферна геохімія, радіоактивність повітря, Є. С. Бурксер, В. І. Вернадський.

На основании научных работ Е. С. Бурксера и архивных материалов рассмотрен и описан процесс зарождения и развития программы аэрохимических исследований в Украине под руководством Е. С. Бурксера.

Ключевые слова: аэрохимические исследования, программа, состав воздуха, атмосферная геохимия, радиоактивность воздуха, Е. С. Бурксер, В. И. Вернадский.

The analysis of the scientific works of E. S. Burkser and archival materials clarified and described process of formation and development of program of aerochemical investigations in Ukraine under the guidance of E. S. Burkser

Key words: aerochemical investigations, program, composition of air, aerogeochemistry, E. S. Burkser, V. I. Vernadsky.

Друга половина XIX ст. - початок XX ст. ознаменовані цілою низкою видатних відкриттів, що сприяли загальному розвитку природознавчих наук. Зокрема, відкриття німецькими вченими Р. Бунзеном і Г. Кірхгофом спектрального аналізу (1859 р.) і відкриття в 1869 р. періодичного закону хімічних елементів Д. І. Менделєєвим стали підґрунтям для виділення геохімії у самостійну дисципліну. Початок формування геохімії як науки припадає на перші десятиріччя XX ст. і пов'язаний з іменами таких видатних учених, як В. І. Вернадський, В. М. Гольдшміт, О. Є. Ферсман і Ф. У. Кларк.

Суттєвий вплив на становлення і розвиток геохімічних досліджень в Україні мали науково-дослідні роботи Є. С. Бурксера. Постать Євгена Самойловича Бурксера (1887–1965 р. р.) посідає чільне місце серед вчених-природознавців. Наукову діяльність Є. С. Бурксер розпочав в Одесі, де заснував першу в Російській Імперії Радіологічну лабораторію і першим розпочав систематичні дослідження з радіоактивності природних ресурсів країни (1909 р.). Під впливом ідей В. І. Вернадського Є. С. Бурксер обрав геохімічний напрям наукових досліджень. У подальшому вчений-геохімік, член-кореспондент Української академії наук (з 1925 р.) зробив істотний внесок у розвиток природничих наук в Україні: геохімії, радіогеохімії, гідрогеохімії, технології рідкісних елементів, бальнеології, та заклали основи нового розділу геохімії – аерохімії, про що відзначено у збірнику «Історія АН УРСР» [12].

Предметом проведеного дослідження було обрано історію становлення програми наукових досліджень Є. С. Бурксера з агрохімії, метою – висвітлення одного з напрямів наукової діяльності Є. С. Бурксера з вивчення хімічного складу повітря.

Історія перших досліджень хімічного складу повітря пов'язана з іменами таких великих вчених, як Карл Шееле, Джозеф Прістлі, Антуан Лавуазьє, Генрі Кавендіш, Вільям Рамзай.

Наприкінці XVIII століття, у ході експериментальних робіт, Антуан Лоран Лавуазьє встановив, що повітря являє собою суміш газів – кисню, «придатного для дихання», і азоту, «неживого газу», в пропорціях 1/5 і 4/5 об'єму відповідно. Таким чином, А. Лавуазьє першим встановив азотно-кисневий склад атмосфери.

Наступний крок було зроблено у 1785 р. Г. Кавендішем, який в ході експериментальних робіт дійшов висновку, що не більше 1/120 атмосферного повітря складається з газів, відмінних від кисню та азоту. Але через недосконалість методів аналізу і приладів Г. Кавендіш не зміг визначити, що це за газ. Лише через понад 100 років Вільям Рамзай, відтворюючи експерименти Кавендіша, винайшов у складі повітря інертні гази (1904 р.).

Зазначимо, ці дослідження торкалися лише винайдення основних складників повітря. З часом стало зрозуміло, що велике значення мають і ті складники повітря, наявність яких залежить від зовнішніх факторів і які складають незначну його частину – оксиди азоту, аміак, пари йоду, інші компоненти. Так, наприклад, атмосферне повітря, до складу якого входять оксиди азоту, вуглекислий газ, – відіграє дуже важливу роль у процесах вивітрювання гірничих порід. Перенесення атмосферним повітрям морських солей у глиб материка суттєво впливає на процеси соленакопичення в ґрунтах і поверхневих водах. Перенесення йоду, бромю та деяких інших мікроелементів може впливати на життя тварин і рослин.

У середині XIX ст. – на початку XX ст. у Західній Європі виконуються численні дослідження повітря на визначення вмісту йоду. Така вибірковість проведених досліджень повітря пояснюється підвищеною увагою науковців до проблеми зобних епідемій, що вирували на той час у Європі. Так роботи, проведені у 1850-1876 рр. А. Шатеном (1813-1901 рр.), з визначення вмісту йоду в повітрі, охопили майже всю Західну Європу, а також Антильські острови та Гвіану. Численні дослідження, присвячені вивченню геохімії йоду, були проведені у Швейцарії Т. Фелленбергом. Починаючи з 1928 р. Т. Фелленберг опублікував роботи, в яких описав розроблені ним методи уловлювання та визначення малих кількостей йоду, також результати визначення йоду у повітрі, воді, гірських породах та харчових продуктах [10, арк. 20–22]. Суттєво удосконалив методики визначення йоду в повітрі Х. Кауер (1899–1962 р.р.), який у 1933 р. опублікував монографію, присвячену дослідженню йоду в повітрі [10, арк. 25]. На кінець XIX ст. припадають і перші дослідження з визначення вмісту хлору в солях, завислих у повітрі, які проводилися А. Готьє на морському узбережжі Бретані, у Франції [1].

В Європі систематичне вивчення мікроскладових повітря розпочалося у XIX ст., у Радянському ж союзі лише на початку XX ст. мали місце поодинокі дослідження хімічного складу повітря - у 1930–1932 рр. Ігнатович визначав вміст іону хлору в повітрі на курорті Саки [10, арк. 7].

Саме на вивчення мікрокомпонентів повітря і були спрямовані аерохімічні дослідження Є. С. Бурксер. За визначенням ученого, аерохімія – це галузь науки, що виникла як один із наукових напрямів геохімії і «займається детальним вивченням хімічного складу повітря і атмосферних опадів» [1]. Основну задачу аерохімічних досліджень Є. С. Бурксер бачив у глибокому та детальному вивченні хімізму атмосфери різних місцевостей і на різних висотах, тобто визначенням не лише вмісту основних газоподібних складових, а й визначенням мікрокомпонентів (озону, радону, оксидів азоту, аміаку, сірководню, йоду у

газоподібному стані, пари різних органічних сполук фітогенного походження) [1].

На думку Є. С. Бурксер, детальне вивчення хімізму повітря становить великий інтерес для геологів, ґрунтознавців, агрономів, а також для лікарів і біологів, оскільки мікроскладові повітря неодмінно впливають на організм людини і тварин [1].

Систематичні і планомірні дослідження з аерохімії Є. С. Бурксер розпочав у 1930-ті роки, хоч ця проблема цікавила Євгена Самойловича набагато раніше. Ще у 1915-1916 рр. він проводив дослідження радіоактивності повітря, як на узбережжі Чорного та Азовського морів, так і в Астраханській губернії, а також на північних схилах Ельбрусу, з боку ущелини Бітюк-Тюбе-Су [9, арк. 18]. Для вивчення радіоактивності повітря користувалися методом Ю. Елстера й Г. Гейтеля, які встановили, що негативно заряджені провідники у повітрі набувають тимчасової радіоактивності. За цим методом у повітрі, на відкритому місці, на надійних ізоляторах підвішувалася мідна проволочка, за допомогою машини Вимшерста проволочці надавали негативний потенціал близько 14000 В; після активування проволочки протягом 1,5 години проводили вимірювання розсіювання заряду, викликаного радіоактивністю проволочки в іонізаційній камері. В ході цих досліджень Є. С. Бурксер отримав порівняльну характеристику радіоактивності повітря залежно від метеорологічних факторів. Було зареєстровано підвищення радіоактивності повітря для високогірних місцевостей (перші дослідження в Росії), а також зменшення радіоактивності повітря в безвітряні дні або у разі південно-західних, південних і південно-східних вітрів, що дмуть з моря [3]. Тобто можна говорити про те, що ці дослідження поклали початок новій програмі Є. С. Бурксер – аерогеохімічним дослідженням в Радянському Союзі.

У 1931 р. Є. С. Бурксер повертається до питання вивчення геохімії повітря, і дослідження, розпочаті у 1915 р., набувають розвитку. Вчений проводить досліди, в ході яких визначає вміст іону хлору в повітрі Куяльницького курорту [10, арк. 7]. Подальші експерименти проводять у 1934-1935 рр. в Одесі, на території Лермонтовського курорту, де вивчають вміст бромиду, йоду та іонів хлору у повітрі [1].

Наступні аерогеохімічні дослідження проводилися влітку 1935 р. на курорті Осипенко (Бердянськ) з метою визначити вміст йоду в повітрі та з'ясувати взаємозв'язок між віддаленістю від моря та вмістом хлору у повітрі. Дослідження виявили, що вітри з моря приносять більше солей, ніж вітри, що дмуть з материка. Також показано, що підвищення вологості повітря та збільшення висоти приводять до зниження вмісту хлору, і навпаки. У 1940–1941 рр. проведено повторні дослідження, але результати було частково загублено [1].

Влітку 1936 р. під керівництвом Є. С. Бурксер було проведено кількісні дослідження вмісту бромиду в повітрі безпосередньо поблизу морської води в Одесі, а також визначено вміст йоду та іонів хлору в повітрі. За результатами роботи з'ясовано, що галоїди виносяться з нижньої частини узбережжя на верхню. Також встановлено, що концентрація бромиду в повітрі нижча, ніж концентрація йоду, крім того їхні концентрації можуть змінюватися залежно від швидкості та напрямку вітру [1]. Слід зазначити, що Х. Кауер теж досліджував вміст бромиду в повітрі, але обмежувався тільки якісними визначеннями. На відміну від нього Є. С. Бурксер розробив методику і першим став проводити кількісні дослідження з визначення вмісту бромиду в повітрі.

У цьому ж 1936 р. виконувалися дослідження повітря в Кирилівці, під час яких було проаналізовано дані про вміст йоду й іонів хлору залежно від відстані

до моря, а також часу відбору проби, температури повітря, температури води, температури піску, абсолютної та відносної вологості, атмосферного тиску, напрямку та швидкості вітру. З'ясовано, що в Кирилівці спостерігається висока концентрація йоду в літні місяці, і вона не пов'язана з вмістом хлору в повітрі. Джерелом йоду є лимани, море і солончаки. [1; 4].

У серпні 1937 р., в Євпаторії вивчали вплив швидкості і напрямку вітру, часу і місця відбору проби, вологості повітря на вміст хлору, бромю і йоду в повітрі. Через невелику кількість проб будь-якої закономірності виявлено не було [2].

Спостереження над вмістом іону хлору в повітрі, проведені на узбережжі Чорного та Азовського морів, показали, що його концентрація може досягати 2-15 мг/м³, що відповідає концентрації іонів хлору в морській воді.

З весни по осінь 1938 р. проводилися визначення вмісту іонів хлору, йоду і бромю в повітрі степової зони «Холодна Балка». Було встановлено залежність між вмістом іонів хлору й напрямком вітру: північні вітри несуть із собою солі лиманів. З'ясовано, що джерелом йоду й бромю в повітрі «Холодної Балки» є солончаки, які її обступають, а також ґрунт, що прилягає до лиману [6].

В 1937 і в 1938 рр. проводилися експерименти з визначення вмісту терпенів і озону в повітрі старого й молодого соснового лісу на курорті «Сосновка», поблизу Черкас. Також визначався вміст хлору, йоду і бромю в повітрі. Підсумки спостережень такі: вміст хлору в молодому лісі вищий, ніж у старому лісі, вміст йоду в старому і молодому лісі однаковий, бромю не було знайдено ні в старому, ні в молодому лісі. У результаті визначення вмісту скипидару з'ясували, що в молодому лісі концентрація скипидару вища, ніж у старому, підвищення температури призводить до підвищення концентрації як в молодому, так і в старому лісі [5].

У наступному 1939 р. проводилися дослідження в Качанівці, що знаходиться близько 500 км від Чорного моря, де також визначали вміст іонів хлору, йоду і бромю в повітрі. За результатами експериментів дійшли висновку, що йод і іони хлору, віднайдені в повітрі, мають морське походження [1].

Роботи з аерохімії, що виконувалися Є. С. Бурксером протягом 1934-1938 рр., відбувалися за планом Українського науково-дослідного інституту курортології (м. Одеса), а починаючи з 1939 р. – Інституту геологічних наук АН УРСР [11, арк. 84]. У період Великої Вітчизняної війни наукова діяльність Є. С. Бурксера була пов'язана з проведенням гідрохімічних та бальнеологічних робіт.

До аерохімічних досліджень науковець повернувся лише влітку 1949 р. Ці роботи були пов'язані зі з'ясуванням причин засолення ґрунтів і штучних водоймищ на Півдні Української РСР і проводилися в плані комплексної експедиції задля розробки заходів щодо боротьби із посухою. Дослідження були спрямовані на вивчення міграції морських солей через атмосферу і продовжувалися протягом липня в Баштанському районі Миколаївської області, а також в околицях Асканії-Нови і селища Сергіївка на березі західного Сивашу. Також застосовувався метод маршрутних досліджень: велися роботи за маршрутами Сергіївка – Ново-Троїцьке, Генічеськ, Генічеськ – Акимівка, на території курорту Кирилівка по трасі колгосп «Азов» – Осипенко. Для виконання поставленої задачі вчені під керівництвом Є. С. Бурксера розробили методики отримання розчинів солей, завислих у повітрі, та визначення у них вмісту іону хлору, сульфатного іону, іонів кальцію та магнію. Кількісні аналізи розчинної у воді частини завислих у повітрі речовин встановили наявність хлористого натрію, сірчанокислого натрію, карбонатів магнію, кальцію і сульфатів кальцію. Вивчення співвідношення між кількістю іонів хлору й сірчаної кислоти у повітрі різних пунктів Баш-

танки, Присиваш'я й Приазов'я показало, що це співвідношення значно вище, ніж подібне співвідношення для морських солей, що пояснюється процесом метаморфізації морських солей у повітрі [1]. Хоча результати аналізів не мали великої точності, проте вони дозволи встановити наявність в повітрі основних компонентів морських солей. Проведені дослідження показали важливу роль атмосфери у перенесенні солей: встановлено, що морські та соляно-озерні солі переносяться вітром в глиб материка.

З 1951 по 1953 р. були проведені аерохімічні дослідження з метою з'ясувати джерела засолення ґрунтів Півдня УРСР. В ході їх проведення Є. С. Бурксер зі своїми співробітниками розробляли спеціальні методи добору проб і спеціальні аналітичні методи дослідження повітря в природних умовах [11, арк. 84].

Таким чином, роботи з аерогеохімії спочатку були спрямовані на вивчення міграції через атмосферу галоїдів (хлору, бром, йоду), визначення вмісту озону в повітрі приморських місцевостей та соснових лісів, вивчення ефірних масел в повітрі соснових лісів, а пізніше - на вивчення переносу морських солей. У процесі аерохімічних досліджень було розроблено методику застосування меркуриметричного методу для визначення об'ємним шляхом досить малої кількості іонів хлору, методику кількісного визначення вмісту бром у повітрі, а також методи мікрохімічних визначень йоду, озону, терпенів і завислих солей. Завдяки дослідженням, проведеним Є. С. Бурксером, було отримано систематизовані кількісні дані про вміст у повітрі таких характерних елементів морського походження, як йод, бром, іони хлору. Таким чином, Є. С. Бурксер став першим у Радянському Союзі дослідником, який розпочав систематичне, детальне вивчення малих складових частин повітря.

На підставі проведених досліджень Є. С. Бурксер вважав, що програма подальших досліджень з аерохімії повинна складатися:

- з проведення досліджень високогірних місцевостей (Карпат), Середньоазіатських республік, Заполяр'я;
- більш глибокого вивчення окиснювачів, що є в повітрі;
- більш детального вивчення якісного та кількісного вмісту оксидів азоту та аміаку;
- вивчення природи речовин, у вигляді яких в повітрі знаходиться бром, хлор;
- детального вивчення складу слідів органічних речовин в повітрі лісів, степів, гірських місцевостей [1].

Роботи з аерогеохімії, розпочаті на Україні під керівництвом Є. С. Бурксе-ра, викликали великий інтерес учених. У подальшому аналогічні дослідження було проведено в Москві, в Біогеохімічній лабораторії імені В. І. Вернадського (Л. С. Селіванов і П. Н. Палей у 1938-1940 рр.) та Центральному інституті курортології в 1935 р. (К. С. Зверев), а в 1939-1940 рр. – В. Л. Хухія в районі Поті–Батумі [11, арк. 84]. У ході цих робіт було визначено середній вміст галоїдів, сірки, озону та інших компонентів у повітрі Москви та інших місцевостей Союзу, з'ясовано добову і сезонну періодичність у зміні їх концентрації [8].

Аерогеохімічні дослідження привернули також увагу В. І. Вернадського, у щоденнику він відзначав: «Биогеохимической лабораторией было собрано совещание по аэрохимии в связи с анализом воздуха города Москвы. Я очень интересовался этой работой, которая началась у нас в связи с постройкой Дворца Советов. Уже давно организовали эту работу (и оставляли в стороне), которую поставил нам Строительный ком[итет] Москвы, но элементы мы, по моему настоянию, исследовали в трех пунктах, еще галоиды Cl, Br, I, F (хлор, бром, йод, фтор).

Очень интересно. Я к моему великому сожалению, не мог быть в этих заседаниях по болезни» [7].

Хоча науковці з зацікавленістю поставилися до аерохімічних досліджень, проте спочатку ця наукова програма значного розвитку не набула. Але невдовзі, у 60-ті роки ХХ ст., геохімія почала стрімко розвиватися, що можна пояснити прогресом науки і технологій. В останні десятиріччя геохімія атмосфери тісно зрослася з екологією, що обумовлено інтенсивним антропогенним забрудненням. Особливу актуальність аерохімічні дослідження набувають у зв'язку з так званим «парниковим ефектом» та проблемою озонових дір.

На сьогодні геохімія атмосфери, як розділ геохімії, продовжує вивчення будови і хімічного складу наземної атмосфери, досліджує роль озонового екрана, визначає ядерні процеси, що відбуваються в іоносфері, вивчає походження й еволюцію атмосфери. Вчені проводять дослідження хімічного складу підземної атмосфери.

Таким чином, можна сказати, що програма аерохімічних досліджень, яку започаткував Є. С. Бурксером, не тільки продовжує розвиватися, а й з кожним роком стає актуальнішою і набуває все більшого значення в умовах зростання впливу на навколишнє середовище перетворювальної діяльності людини. Також слід відзначити, що дослідження вченого, проведені згідно з аерохімічною програмою, мали суттєве значення для розвитку курортології і лікарської справи, а також для сільського господарства країни.

Бібліографічні посилання

1. Бурксер Е. С. Аэрохимические исследования на Украине / Е. С. Бурксер В. В. Бурксер // К.: Вид-во АН УРСР. – 1951. – 128 с.
2. Бурксер Е. С. Спроба аерохімічного здійснення Євпаторійського і Мойнакського курортів / Е. С. Бурксер, Е. В. Гернет // Геологічний журнал. – 1939. – Т. 6, вип. 3.
3. Бурксер Е. С. Исследование радиоактивности воздуха в лечебных местностях побережья Черного и Азовского морей / Е. С. Бурксер, В. В. Бурксер // Журн. науч.-исслед. кафедр в Одессе. – 1924.- Т. 1, № 8-9. – С. 1–7.
4. Бурксер Е. С. Определение йода и брома в атмосферном воздухе при их совместном присутствии / Е. С. Бурксер // Журн. прикл. химии. – 1937. – № 12. – С. 2152-2161.
5. Бурксер Е. С. Опыт определения содержания скипидара и озона в воздухе соснового леса / Е. С. Бурксер // Вопр. курортологии. – 1940. – № 4. – С. 36–43.
7. Бурксер Е. С. Аэрогеохимические исследования в степных и лесостепных районах Украинской ССР / Е. С. Бурксер // Укр. хим. журн. - 1951.- Т. 17, вып. 4. – С. 472–476.
8. Вернадский В. И. Дневники 1935-1941. В 2 кн. Кн. 2, 1939. – 1941 / В. И. Вернадский – М.: Наука, 2006. – 318 с.
9. Хроника // «Вестн/ АН СССР» – 1941. – № 1 – С. 106
10. Державний архів Одеської області. – ф. 1220, оп. 2, спр. 518.
11. Інститут архівознавства НБУВ. – ф. 27, оп. 1, спр. 40.
12. Інститут архівознавства НБУВ. – ф. 27, оп. 1, спр. 194.
13. Історія АН УРСР. – 1967. – Т. 2. – С. 505.

Надійшла до редколегії 15.11.2013