

Musabiekow, Jusuf S.

Metoda eksperymentalna badań z zakresu historii nauki

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 16/2, 341-351

1971

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



METODA EKSPERYMENTALNA BADAŃ Z ZAKRESU HISTORII NAUKI

Nauki przyrodnicze i ich historia rozwijają się oddziałując na siebie wzajem, przy czym z biegiem czasu to ich oddziaływanie wzajemne pogłębia się, staje się coraz bardziej organiczne. Jakkolwiek stosunek przyrodników kierunku eksperymentalnego do historii nauki bywa obojętny, a nawet sceptyczny, to jednak pod naporem wydarzeń, muszą oni odwoływać się do historii nauki i korzystać z jej osiągnięć. Co więcej, przyrodnicy przekonują się, że historia nauki jest instrumentem umożliwiającym uzyskanie nowego spojrzenia (W. I. Wiernadski) i że posiłkując się metodą historyczną można dojść w naukach przyrodniczych do nowych wyników¹.

Związek wzajemny nauki i jej historii występuje w poszczególnych gałęziach nauki z różnym natężeniem. Staje się on szczególnie widoczny, gdy do rozwiązywania zadań z zakresu historii nauki stosuje się metodę eksperymentalną. W ciągu ubiegłych lat dziesięciu badaliśmy różne aspekty tego problemu (metodologiczne, klasyfikacyjne, historiograficzne). W artykule niniejszym referujemy niektóre wyniki tych badań i wprowadzamy kilka wniosków uogólniających.

Każde niemal badanie naukowe rozpoczyna się od przestudiowania historii problemu, od krytycznej analizy prac i osiągnięć poprzedników; dopiero następnie autor pracy w nawiązaniu do poprzedników stawia i rozwiązuje nowe zagadnienia szczegółowe i ogólne. Jest to stwierdzenie elementarne, odnosząc się do wszystkich dziedzin wiedzy i sprawdzające się nawet wtedy, kiedy autor tej czy innej pracy nie podaje przeglądu prac swoich poprzedników; w tym przypadku „przegląd” nie jest podany do wiadomości czytelnika, pozostając nieopublikowaną prehistorią problemu. Nie przestrzeganie tego trybu, rezygnowanie z podejścia historycznego do jakiegokolwiek tematu badań, nieznanomość prac poprzedników mści się nieubłaganie: prowadzi do powtarzania rzeczy już wcześniej stwierdzonych, do powtórnego „odkrywania Ameryki”, a ze strony krytyków wywołuje zarzut ignorancji lub plagiatu, choćby nawet autor krytykowanej pracy był najrzetelniejszym człowiekiem. Bez dokładnego przestudiowania historii problemu niemożliwy jest jakikolwiek poważniejszy krok naprzód.

W różnych dziedzinach przyrodoznawstwa i w różnych epokach wyłaniały się i wyłaniają przed historią nauki różne zadania. Znaczenie podejścia historycznego do aktualnych zadań nie jest jednakowe, jeżeli idzie o poszczególne nauki. W geografii i badaniach geologicznych jest ono

¹ J. S. Musabiekow, *Istoriczeskij metod i chemiczeskij eksperimient w istorikonaucznom issledowanii. VIII Miendielejewskiej s'jezd po obszczej i prikladnoj chimii. Siekcija istorii chimii i chemiczeskoj tiechnologii*. Moskwa 1958, ss. 30—32.

ogromne. Istnieje wiele wymownych przykładów sytuacji, w których astronomowie nie zdołaliby z pewnością rozwiązać postawionego zadania bez ekskursów i zestawień historycznych. Na przykład, na początku XVIII w. Halley na podstawie zestawień danych z różnych epok odkrył ruch własny gwiazd. Piramidy egipskie, których wierzchołek zorientowany jest nie według Gwiazdy Polarnej, lecz według α -Smoka, przyczyniły się do skonstatowania, że biegun magnetyczny ulega przesunięciom. Dzięki tablicom astronomicznym znakomitego uczonego z Samarkandy Ulug-beka astronomowie współcześni mogą wnioskować o położeniu gwiazd w XV wieku. Gwiazdy zmienne bada się również metodą zestawień. Stosunkowo niedawno dzięki skoordynowanym wysiłkom uczonych różnych krajów zdołano przeprowadzić doniosłe badania, w których wyniku zidentyfikowano nieciągłe źródła radiopromieniowania kosmicznego z pozostałościami gwiazd supernowych, których wybuchy w Galaktyce datują się sprzed dwóch tysięcy lat i zarejestrowane są w kronikach². Można przytoczyć wiele przykładów o analogicznej wymowie z dziedziny matematyki³, botaniki, zoologii, medycyny, zwłaszcza epidemiologii. Wykraczałoby to jednak poza ramy niniejszego artykułu.

W naukach eksperymentalnych, z których wymienimy fizykę i chemię, rola ekskursów historycznych jest nieco inna. Nieznajomość dokładnej daty i autora najważniejszych nawet odkryć częstokroć nie są wcale przeszkodą dla postępu. Przyrządy fizyczne — luneta i mikroskop — są instrumentem niezastąpionym, trudno jednak stwierdzić dokładnie, kto i kiedy pierwszy je wynalazł. Ale współcześni uczeni niewiele przez to tracą. Można np. przeprowadzać ważne badania w zakresie syntezy pochodnych benzolu i nie wiedzieć przy tym, że benzol odkrył w 1825 r. M. Faraday, a w 1866 r. otrzymał go na drodze syntezy z acetyleny M. Berthelot itp.

Nawiasem mówiąc, pewien sceptycyzm w ocenie znaczenia badań historycznych, jaki daje się zaobserwować w określonym kręgu chemików-empiryków tłumaczy się tą właśnie okolicznością (niezależnie od wąskości ich horyzontu teoretycznego w dziedzinie ogólnych problemów przyrodoznawstwa). Jednakże czołowi chemicy XIX i XX w. nie tylko doceniali znaczenie badań historycznych, lecz sami również ogłaszali ważne prace z tej dziedziny, w wielu zaś wypadkach osiągnęli doniosłe wyniki właśnie w toku pogłębionych studiów historycznych nad danym problemem. Wymownym tego przykładem są prace S. Cannizzaro, A. M. Butlerowa i W. I. Wiernadskiego.

Stanisławo Cannizzaro w toku prowadzonych (od 1857 r.) studiów historycznych nad różnymi poglądami na atomy i cząsteczki doszedł w połowie ubiegłego stulecia do swej teorii atomowej, która legła u podstaw rozwoju chemii po kongresie w Karlsruhe w 1860 r. Cannizzaro wyłożył swe myśli w listach do profesora de Luca, a następnie ogłosił je w 1858 r. w swym zarysie chemii teoretycznej⁴. Aleksander Butlerow doszedł do teorii budowy chemicznej na drodze krytycznej analizy wszystkich dotychczasowych jednostronnych poglądów na budowę związków

² W. P. Zubow, *Istoriografija jestiestwiennych nauk w Rossii*, Moskwa 1956, s. 6.

³ S. A. Janowska, *Ob odnom primienienii istorii matematiki*. „Woprosy istorii jestiestwoznania i tiechniki”, 1956, wyp. I, ss. 290—293.

⁴ S. Cannizzaro, *Sunto di un corso di filosofia chimica fatto nella R. Università di Genova Lettera al prof. S. de Luca*. „Nuovo cimento”, 1858, ss. 321—366. „Ostwalds Klassiker”, nr 30, ss. 3—43.

organicznych. Swoj słynny wykład w Spirze (19 września 1861 r.) zaczął Butlerow od stwierdzenia, że „teoretyczna strona chemii nie odpowiada jej faktycznemu rozwojowi. Teorii typów, którą podziela dziś większość, nie można już uznać za zadowalającą”⁵. Metoda historyczna w analizie i ocenie zagadnień przyrodoznawstwa najdobitniej występuje u Butlerowa w jego *Historycznym zarysie rozwoju chemii w ciągu ubiegłych lat 40* (do 1880 r.)⁶. Znamienne jest motto, jakim opatrzył Butlerow swój cykl wykładów — słowa Francisca Bacona głoszące, że „prawda jest córą czasu, a nie autorytetu”. Również w innych pracach, zwłaszcza polemicznych, powołuje się Butlerow często na historię rozwoju wiedzy, szukając w niej argumentów dla uzasadnienia swych idei. W 1885 r., w wielkim artykule *Budowa chemiczna i «teoria zamienialności»*, w którym wydał „wałną bitwę” przeciwnikom teorii budowy, Butlerow pisał: „Pojęcie budowy chemicznej zrodziła konieczność historyczna, później zaś rozwój wiedzy faktycznej w zakresie chemii organicznej z tym pojęciem związany potwierdził dostatecznie jego słusność. Negowanie konieczności hipotezy budowy chemicznej jest równoznaczne z ignorowaniem świadectwa historii”⁷. Na analogicznej drodze doszedł do stworzenia harmonijnej koncepcji geochemicznej Władimir Wiernadski, którego poglądy ukształtowały się w toku krytycznej analizy historycznej zapytrań jego poprzedników. Można by również przytoczyć wiele przykładów współczesnych z dziedziny nauk chemicznych (z prac G. W. Bykowa, W. I. Kuzniecowa i in.), nie pozwalają na to jednak szczupłe ramy tego artykułu.

Jeżeli historia nauki może być pomocna w rozwiązywaniu problemów chemii doświadczalnej i teoretycznej, to niemińsze znaczenie ma rozwiązywanie zadań z zakresu historii nauki metodami chemii doświadczalnej.

Pierwszy spośród uczonych wykrył eksperymentalnie składniki kilku kolorów emalii francuski uczony de Montamy. Był on wytrawnym chemikiem, a zarazem znał technologię emalii malarskiej. Wnioski swoje oparł na wynikach analizy chemicznej starożytnego szkła artystycznego i emalii. Praca Montamy’ego opublikowana została w 1768 r.⁸. Przez długi czas była to praca jedyna w swoim rodzaju.

Spśród chemików dawnej Rosji pierwszy badał eksperymentalnie starożytne wyroby metalowe, znalezione na Pobrzeżu Bałtyckim członek-korespondent Petersburskiej Akademii Nauk, profesor Chrystian F. Göbel (1794—1851), organizator pierwszego w Cesarstwie Rosyjskim instytutu farmaceutycznego w Dorpacie (Tartu)⁹. Wyniki swych analiz opublikował w 1842 r. w Erlangen¹⁰.

⁵ A. M. Butlerow, *Soczinienija*. T. 1. Moskwa 1953, s. 68.

⁶ *Istoriczeskij oczerk razwittija chimii w poslednije 40 let*. A. M. Butlerow. *Soczinienija*. T. 3, Moskwa 1958, ss. 169—280.

⁷ A. M. Butlerow. *Chimiczeskoje strojenije i «teorija zamieszczienija»*. *Izbrannije roboty po organiczeskoj chimii*. Moskwa 1951, s. 456.

⁸ M. d’Arclais de Montammy, *Traité de couleurs pour peinture en Email et sur Porcelaine*. Paris 1764.

⁹ J. S. Musabiekow, *Iz istorii naucznych swiaziej tartuskich chimikow*. W pracy zbiorowej: *Naucznyje swiazi Pribaltiki w XVIII—XX wiekach*. Ryga 1968, ss. 93—96.

¹⁰ K. Chr. F. Göbel, *Über den Einfluss der Chemie auf die Ermittlung der Völker der Vorzeit oder Resultate der chemischen Untersuchung metallischer Altertümer, insbesondere der in Ostseegouvernement vorkommenden behufs der Ermittlung der Völker von welchen sie abstammen*. Erlangen 1849.

W 1849 r. Rosyjskie Towarzystwo Archeologiczne ogłosiło konkurs na pracę o wytwórczości metalowej na Rusi. Obszerny program konkursu obejmował wiele zagadnień, w tym również zbadanie zabytków materialnych kraju. Nagrodzono pracę I. J. Zabieline (1820—1908) *O wytwórczości metalowej w Rosji do końca XVII w.*, opublikowaną następnie (1853) w czasopiśmie Towarzystwa Archeologicznego¹¹, a także w edycji książkowej. W dwa lata później otrzymał Zabielin jeszcze jedną nagrodę Towarzystwa Archeologicznego za pracę o emalierstwie i ceramice w Rosji, opublikowaną również w czasopiśmie Towarzystwa (*Istoriczeskoje obozrienije finiftianogo i ceninnogo diela w Rossii*, 1854)^{11a}. Wymienione monografie Göbla i Zabieline są bodaj najbardziej godnymi uwagi pracami interesującego tu nas kierunku w przedrewolucyjnym rosyjskim piśmiennictwie historycznym.

Wybitni chemicy przeszłości, zdając sobie sprawę ze znaczenia eksperymentu jako środka umożliwiającego rozstrzygnięcie spornych kwestii, czy to z zakresu historii narodów, czy to historii nauki i techniki, przeprowadzali drobiazgowo nieraz doświadczenia szukając odpowiedzi na interesujące ich pytania. Najszerzej posługiwali się eksperymentem Klaproth i Berthelot; posiłkowali się nim również H. Davy, M. Faraday, J. Berzelius, J. Liebig, H. Le Chatelier i in. Najczęściej wymienieni badacze dążyli do ustalenia czasu powstania danego materiału lub wyrobu z niego.

Jeden z najwybitniejszych analityków przełomu XVIII i XIX w., profesor Uniwersytetu Berlińskiego, członek honorowy Petersburskiej Akademii Nauk, Martin Heinrich Klaproth (1743—1818), odkrywca uranu i cyrkonu, pierwszy zaczął stosować analizę chemiczną do badania wyrobów antycznych. Nazywają go też twórcą chemii archeologicznej¹². Klaproth długi czas zajmował się analizowaniem składu stopów, z których bito monety, a także sylikatów. Wyniki swych dwudziestoletnich badań zawarł w książce *Przyczynek do chemii ciał mineralnych*¹³. W pracy z 1795 r., poświęconej stopom metali, ustalił skład procentowy sześciu monet greckich i dziesięciu rzymskich. Musiał też wypracować schemat analizy systematycznej, ponieważ tego rodzaju badania nie miały jeszcze precedensu. W monetach greckich wykrył np. miedź (87,20%), ołów (7,50%), cynę (4,90%) i żelazo (0,40%). Współczesne dane dla monet tego samego typu różnią się nieznacznie od liczb Klaprotha. Monety rzymskie z I w. n.e. bito, jak to pierwszy wykazał Klaproth, z mosiądzu lub miedzi, a nie z brązu, jak sądzono przedtem. Poprawka ta miała zasadnicze znaczenie. Klaproth był pionierem badania chemicznego zabytków orientalnych; ustalił m.in. obecność miedzi, ołowiu i cynku w starych monetach chińskich. Z zabytków niemetalowych przeanalizował Klaproth szkło barwione z mozaiki na Cyprze, przy czym doszedł do wniosku, że zabarwienie jego zależy od miedzi: zielone daje tlenek, czerwone zaś podtlenek miedzi. (Do barwy zielonej musiało też niewątpliwie przyczynić się w pewnym stopniu żelazo.) Można więc rzeczywiście uznać Klaprotha

¹¹ I. J. Zabielin, *O mietalliczeskom proizwodstwie w Rosii do końca XVII wieka*. „Zapiski Russkogo archeologiczeskogo obszczestwa”. T. 5, 1853, s. 1—136.

¹² E. R. Caley, *Application of chemistry to archeology*. „The Ohio Journal of Science”. T. 48, 1949, s. 1; K. A. Kapustinska, *K istorii wozniknowienija archeologiczeskoj chimii*. „Trudy Instiututa istorii jestiestwoznaniija i tiechniki”, t. 39, 1962, s. 258.

¹³ M. Klaproth, *Beitrag zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper*. Berlin und Stettin 1795—1815.

(tego „największego chemika-analityka Europy”, jak mówi o nim w swej *Autobiografii* J. Berzelius)¹⁴ za prekursora chemii archeologicznej. Nie należy przy tym oczywiście zapominać o jego poprzednikach, których prace omówiliśmy wyżej.

Wybitnym kontynuatorem chemii archeologicznej stał się wielki uczyony francuski Marcelin Berthelot (1877—1907), który budził podziw współczesnych szerokością, głębią i uniwersalnością swoich zainteresowań, a także niezwykłą płodnością¹⁵. Spod pióra jego wyszło 60 monografii i ok. 3000 artykułów i komunikatów. Historii chemii, której był jednym z czołowych twórców, poświęcił Berthelot dziesięć oryginalnych książek i ponad dwieście artykułów.

Prace jego z tej dziedziny, związane z niestrudzonym wyszukiwaniem i badaniem trudno dostępnych pierwoźródeł i stosowaniem eksperymentu, uwieńczone zostały doniosłym wynikiem w postaci nowej, harmonijnej koncepcji historii chemii.

Berthelot badał skrupulatnie i tłumaczył papirusy i rękopisy muzeów i bibliotek Paryża, Londynu, Berlina, Wenecji, Watykanu, Eskurialu, poddawał analizie chemicznej znaleziska archeologiczne — stopy, monety, narzędzia pracy, broń, zboże, wino, ozdoby. Rozwiązał też z powodzeniem trudne zadanie, jakie sobie postawił podejmując studia historyczne: prześledził pierwszy okres rozwoju chemii — narodziny chemii i alchemii praktycznej u narodów Wschodu, Egipcjan i Babilończyków, wędrówkę zdobytych przez nie wiadomości przez Judeę i Grecję, stamtąd do Arabów i Włochów i wreszcie do alchemików Europy Zachodniej. Zebrał również wiele nowych materiałów o innych narodach starożytnej kultury — Persach, Hindusach i Chińczykach. W bibliografii wymienimy tylko kilka podstawowych monografii Berthelota¹⁶, poświęconych historii chemii.

Wyniki badań historycznych opartych na podstawie eksperymentalnej zaczął Berthelot publikować mając 35 lat. Podkreślamy to dlatego, że w literaturze pokutuje błędny pogląd, że jakoby Berthelot zajął się historią chemii dopiero po podróży do Egiptu, jaką przedsięwziął w roku 1869 w związku z otwarciem Kanału Sueskiego.

W 1861 r. w sprawozdaniach paryskiej Akademii Nauk, a następnie w dwóch innych czasopismach ukazał się artykuł Berthelota¹⁷ o monetach z Synaju i Syrii; dwa lata później opublikował na wyniki badania zboża, znalezione przy odkopywaniu Pompei¹⁸. Później pisał interesujące artykuły o składzie chemicznym wina rzymskiego, jakie się zachowało w zapieczętowanym naczyciu, o składzie antycznych wyrobów metalowych. Swe liczne poszukiwania w tym kierunku podsumował Berthelot w monografii *Archeologia i historia nauki*¹⁹ wydanej w 1906 r., na krótko przed jego śmiercią. Mamy wszelkie po temu podstawy, by

¹⁴ J. Berzelius, *Autobiographie*. 1934.

¹⁵ J. S. Musabiekow, *Marsielen Bertlo*. Moskwa 1967.

¹⁶ Monografie M. Berthelota: *Les Origines de l'Alchimie*. Paris 1885; *Collection des anciens Alchimistes grecs*. 3 volumes. Paris 1888; *Introduction à l'étude de l'Alchimie des Anciens et du Moyen Age*. Paris 1889; *La Chimie au Moyen Age*. 3 volumes. Paris 1885.

¹⁷ M. Berthelot, *Sur la manne du Sinai et sur la manne de Syrie*. „Comptes rendus” t. 53, 1861, s. 583—586.

¹⁸ M. Berthelot, *Sur le blé de Pompéi*. „Journal de Physique et de chimie”, t. 44, 1863, 3 sér., s. 402—405.

¹⁹ M. Berthelot, *Archéologie et Histoire des Sciences*. Paris 1905.

uznać Marcelina Berthelota, obok Klaprotha, za jednego z głównych twórców chemii archeologicznej.

Eksperymentalnym badaniem zabytków zajmują się również niektórzy uczeni współcześni, dążąc do ustalenia w ten sposób ich chronologii, natury materiałów, którymi posługiwano się w dawnych czasach lub odtworzenia zapomnianych przepisów technologicznych. Do ciekawych wniosków w wyniku analizy chemicznej doszedł np. A. Lucas²⁰, który dowiódł, że Egipcjanie przez długie wieki posługiwali się w budownictwie spoiwem gipsowym, a nie wapiennym, jak sądzono przedtem (wypalanie gipsu wymaga mniej opału, obecność zaś węgla wapnia w ówczesnych zaprawach budowlanych i tynkach tłumaczy się używaniem gipsu zanieczyszczonego wapinikami). Caley i Deebel²¹ zbadali skład antycznych monet ateńskich z brązu.

Wiele oryginalnego i nowego wnieśli do badania eksperymentalnego problemów historycznych uczeni radzieccy. P. M. Łukijanow we współpracy z archeologami i pracownikami muzeów zbadał do 140 próbek rozmaitych farb z ikon i fresków XI—XIX w. oraz farby z przedmiotów grobowych wczesnego okresu paleolitu górnego. Do badania farb używanych na Rusi stosowano analizę widmową makro- i mikrochemiczną. Interesujące wyniki tych badań opublikował Łukijanow w IV tomie swej fundamentalnej monografii²², jak również w osobnym artykule²³. Chemicznemu i chemiczno-technologicznemu badaniu zabytkowego szkła i materiałów ogniotrwałych pochodzących z Rusi, Azji Środkowej, Polski, Bułgarii, Węgier poświęcił wiele prac M. A. Biezborodow²⁴. Wykazał on za pomocą wyczerpującej analizy chemicznej, że na Rusi i w Polsce wyrabiano szkło, jakiego nie produkowano w innych krajach; szkło bułgarskie wyrabiano według przepisów antycznych. W ogóle zaś Słowianie wschodni, zachodni i południowi mieli własną wytwórczość szklaną i często produkowali szkło według przepisów nieznanymi w Europie Zachodniej.

Opublikowano wyniki badań eksperymentalnych składu i technologii produkcji papieru²⁵, szkła barwnego²⁶, wyprodukowanego przez Michała Łomonosowa, zabytkowych metali kolorowych pochodzących z Finlandii²⁷, i wiele innych.

I. L. Znaczkow-Jaworski, słusznie uważając, że eksperymentalne ba-

²⁰ A. Lucas, *Ancient Egyptian Materials and Industries*. London 1948, ss. 93—99.

²¹ E. R. Caley, W. W. Dubel, "The Ohio Journal of Science", t. 55, 1955, nr 1, s. 93—98.

²² P. M. Łukijanow, *Istorija chemiczeskich promyslow i chemiczeskoj promyslennosti Rosii*. Moskwa 1955, t. 41, ss. 47—87.

²³ P. M. Łukijanow, *Kraski driewnej Rusi*. „Priroda”, nr 11, 1956, ss. 78—82.

²⁴ M. A. Biezborodow, *Stiektodieliye w driewnej Rusi*. „Priroda”, 1955, nr 1, ss. 70—76; M. A. Biezborodow, *Driewnie russkije stiekla i ognieupornyje izdieliya*. „Kratkije soobshchenija o dokładach i polewych issledowanijach Instituta istorii materialnoj kultury AN SSR”. Moskwa 1956, wyp. 62, ss. 66—83.

²⁵ Z. W. Uczastkina, *Wodianyje znaki russkoj bumagi*. „Trudy Instituta istorii jestiestwoznaniya i tiechniki AN SSR”, t. 12, 1956, ss. 312—337.

²⁶ J. W. Moraczewski, R. A. Sztrichman, *Niekotoryje dannyye chemiczeskiego issledowanija cwietych stiekoł, izgotowlennykh M. W. Łomonosowym*. „Żurnał prikladnoj chimii”, t. 29, 1956, ss. 1432—1435.

²⁷ L. I. Kasztanow, M. J. Kasztanow, *Chemiczeskij sostaw finskich cwietych mietałłow*. „Trudy Instituta istorii jestiestwoznaniya i tiechniki”, t. 6, 1955, ss. 209—213.

danie znalezisk archeologicznych jest najbardziej skuteczną metodą poznania technologii przeszłości, poświęcił wiele prac zaprawom budowlanym i spoiwom używanym w dawnych czasach. Współ ze swymi współpracownikami prowadził Znaczkowski kompleksowe badania chemiczne, fizyczno-chemiczne i petrograficzno-mineralogiczne zapraw budowlanych i spoiw w różnych regionach kraju (Krym, kraje bałtyckie i in.). Stwierdzili oni, że już w V—IV wieku p.n.e. posługiwano się wapnem gęstym i rzadkim, zależnie od przeznaczenia zapraw; stwierdzili również, że używano w tym czasie wypełniaczy węglanowych do sporządzania zapraw mieszanych (betonów), co przedtem datowano dopiero na w. XII. Zestawienie składu i trwałości zapraw Olbii, Rosji XI—XVII w., Rygi i Tallina XIII—XIX w., Petersburga XVIII w. obrazowało wpływ rodzaju i ilości wapna i dodatków na długowieczność i odporność zapraw na działanie powietrza. Dowiodło to, że badania eksperymentalne są skutecznym instrumentem pomocniczym historii kultury materialnej, a czasem mogą nawet stanowić podstawę do prac mających na celu praktyczne spożytkowanie doświadczeń przeszłości²⁸.

Odkrycie i zgłębienie istoty promieniotwórczości dostarczyło historykom całkowicie nowej metody precyzyjnego oznaczania chronologii wydarzeń i przedmiotów. Już Piotr Curie zaproponował w 1902 r. wykorzystanie rozpadu promieniotwórczego jako wzorca czasu i do ustalenia geochronologii bezwzględnej Ziemi. Stopniowo różne odmiany analizy aktywności promieniotwórczej rozpowszechniły się szeroko w metrologii, geologii, mineralogii, archeologii, meteorologii, oceanografii, historii narodów, sztuki i nauki, jak również w innych dziedzinach kultury. Dość powiedzieć, że w samym tylko Związku Radzieckim istnieje dziś ponad 30 laboratoriów zajmujących się oznaczaniem wieku w datach absolutnych, co przynosi ogromny pożytek praktyczny (nie mówiąc już o czysto teoretycznym znaczeniu tego rodzaju oznaczeń). Jaskrawym przykładem skuteczności analizy aktywności promieniotwórczej jest odkrycie przed dziesięć laty nowych złóż ropy naftowej w Baskirii.

Do oznaczania wieku stosuje się najczęściej następujące izotopy pierwiastków: uran-238, uran-235, tor-232; potas-40, rubid-87, rad-226, węgiel-14. Poszczególne odmiany metod analizy aktywności promieniotwórczej oznacza się najczęściej nazwą końcowego pierwiastka rozpadu promieniotwórczego: „metoda ołowiana”, „metoda argonowa”, „metoda strontowa” itp. Pierwsza z tych metod „ołowiana”, oparta jest na oznaczeniu zawartości procentowej ołowiu, zwiększającej się w badanym przedmiocie z upływem czasu, w wyniku rozpadu uranu i toru. Jednakże metody oparte na pierwiastkach o długim okresie połowicznego zaniku nadają się do oznaczania chronologii geologicznych, lecz są mało przydatne dla historii nauki, techniki i kultury materialnej, gdzie chodzi o dziesięciolecia, stulecia i tysiąclecia (a nie o miliony i więcej lat). W tym wypadku lepsze wyniki daje metoda węglowa, o której warto powiedzieć tu nieco więcej.

Węgiel radioaktywny C-14 powstaje w wyniku oddziaływania na azot-14 neutronów promieni kosmicznych. Jądro azotu wychwytuje jeden neutron i emituje jeden proton, zamieniając się w węgiel-14. Okres połowicznego zaniku węgla radioaktywnego wynosi według uściślonych danych, 5760 lat. Analiza aktywności promieniotwórczej za pomocą C-14 (przez

²⁸ I. L. Znaczkowski, *Oczerki istorii wiażuszczich wieszczestw ot drierwiejszich wriemien do sieriediny XIX w.* Moskwa—Leningrad 1963.

oznaczenie procentowej jego zawartości w przedmiotach) umożliwia określenie ruchu danego obiektu z dokładnością do 50 lat, co niejednokrotnie wystarcza w zupełności, by móc rozstrzygnąć kwestie sporne z zakresu historii nauki i archeologii. Obecnie nauka rozporządza już kilkoma tysiącami informacji, przeważnie z zakresu archeologii, uzyskanych za pomocą węgla radioaktywnego. Niestety jednak trzeba stwierdzić, że liczba danych dotyczących bezpośrednio historii nauki jest jeszcze znikomą; znaczna większość ich dotyczy historii cywilizacji starożytnych.

Z punktu widzenia historii nauki i techniki interesująca jest, na przykład, następująca informacja uzyskana metodą analizy aktywności promieniotwórczej. Badacze angielscy umieścili w potężnym reaktorze atomowym w Harwell antyczne monety greckie z w. V—II p.n.e. Wskutek bombardowania neutronami monety stały się preparatami promieniotwórczymi, co umożliwiło oznaczenie z dużą dokładnością domieszek do kruszcu, z którego je tłoczono. Stwierdzono, że monety ateńskie zawierają 0,003% złota i 0,05% miedzi, korynckie zaś 0,4% i 1% miedzi. Wy płynął z tego nader istotny wniosek: Ateny i Korynt wydobywały srebro z różnych złóż rudy.

Nawiasem mówiąc, pewien fizyk szwedzki (Wassen) zdołał metodą analizy aktywności promieniotwórczej rozstrzygnąć ciekawy spór natury kryminologicznej: czy Napoleon zmarł śmiercią naturalną, czy też wskutek działania trucizny, którą, jak głosiła jedna z wersji, stopniowo mu zadawano.

Analizę tę umożliwił zachowany kosmyk włosów, obcięty z głowy Napoleona tuż po jego śmierci. Włosy te, zamknięte w aluminiowym cylindrze, umieszczono (w półtora wieku po śmierci ich właściciela) na kilka godzin w reaktorze atomowym. Przeprowadzona następnie drobiazgowo analiza wykazała obecność we włoskach Napoleona arszeniku w ilości 13-krotnie przewyższającej normę. Wersja o otruciu uzyskała przeto dowód oparty na eksperymencie...

Można wyrazić przekonanie, że historycy nauki i techniki korzystając będą w przyszłości coraz szerzej z wielkich możliwości metod analizy aktywności promieniotwórczej, posilając się nimi do rozwiązywania swych specyficznych zadań.

Wszystkie omówione tu i inne jeszcze badania eksperymentalne oparte na metodach chemicznych i analizie aktywności promieniotwórczej mają charakter kontrolny, są bowiem prowadzone w celu określenia składu przedmiotów, oznaczenia chronologii, odtworzenia zapomnianych przepisów. Na obecnym jednak poziomie rozwoju badań z zakresu historii nauki można również podejmować konstruktywne badania eksperymentalne (postanowoczyne eksperimientalnyje raboty) prowadzące do nowego wyniku naukowego, który staje się osiągnięciem nie tyle historii nauki, ile tej czy innej konkretnej gałęzi przyrodznawstwa, np. chemii. Tego rodzaju badania eksperymentalne powodowane są koniecznością potwierdzenia lub odrzucenia wniosku naukowego nasuwającego się w toku analizy historycznej tych czy innych twierdzeń natury teoretycznej lub doświadczalnej. By lepiej wyjaśnić treść, jaką wkładamy w pojęcie „eksperymentu konstruktywnego”, przytaczamy zwięzłe wyniki serii badań przeprowadzonych przez katedrę chemii organicznej Jarosławskiego Instytutu Technologicznego.

Szczegółowe przestudiowanie historii rozwoju metod oznaczania zdolności związków organicznych do wydzielania ciepła doprowadziło do

wniosku, że energetykę całkowitego utlenienia można ustalić za pomocą ilościowego oznaczenia tlenu wydatkowanego na spalenie związku. Pobudziło to do podjęcia serii badań eksperymentalnych, które doprowadziły do opracowania oryginalnej dwuchromianowej metody oznaczania kaloryjności produktów żywnościowych²⁹, pozwalającej szybko (w ciągu 12–15 minut), bez bomb kalorymetrycznych, i w sposób dostatecznie dokładny określić zdolność związków organicznych do wydzielania ciepła.

Zbadanie historii syntezy karbamidu (mocznika) doprowadziło nas do wniosku, że zaobserwowana przez F. Wöhlera przemiana cyjanianu amonu w mocznik (1824–1828) nie może być z współczesnego punktu widzenia traktowana jako synteza organiczna³⁰. Jest to izomeryzacja jednej substancji nieorganicznej w inną substancję, która z natury swej również bliższa jest związków mineralnych. Wynikła stąd konieczność bardziej uzasadnionego, doświadczalnego dowodu, potwierdzającego, że mocznik bliższy jest substancji nieorganicznej niż związków organicznych. Podjęte próby chromatometrycznego utlenienia mocznika potwierdziły ten wniosek, wykazały bowiem, że proces powstawania mocznika z dwutlenku węgla i amoniaku jest egzotermiczny, a nie endotermiczny, jak sądzili przedtem biochemicy. Wszystko to z kolei przyczyniło się do rewizji poglądu teoretycznego na rolę energetyczną mocznika w przemianie azotowej organizmów zwierzęcych³¹.

Prześledzenie ewolucji teorii wolnych rodników organicznych nasuwało wnioski, że wielką grupę barwników trójfenylometanowych (ok. 30 odmian) powinien cechować paramagnetyzm i szereg własności wspólnych wolnym rodnikom. Prognoza ta znalazła potwierdzenie doświadczalne nie tylko przy zastosowaniu metod chemicznych, lecz również przy użyciu metod fizycznych, w szczególności metod spektroskopii, momentów dipolowych, magnetyzmu statycznego i elektronowego rezonansu paramagnetycznego³². Wszystko to wzbogaciło współczesną teorię wolnych rodników organicznych i umożliwiło monograficzne przedstawienie jej historii³³.

Badania oparte na „eksperymentach konstruktywnych” charakterem swym przypominają prace odnoszące się do pewnych rozdziałów fizyki teoretycznej, np. mechaniki kwantowej, kiedy to myśl teoretyczna nakazuje odwołać się do rozstrzygającego eksperymentu dla potwierdzenia idei bądź jej odrzucenia. Tego rodzaju metoda rozwiązywania problemów naukowych jest bardzo ekonomiczna z punktu widzenia skali prac doświadczalnych; umożliwia osiągnięcie istotnych wyników, właśnie dzięki temu, że teoria wyprzedza doświadczenie. Rozszerzając stosowanie eksperymentów konstruktywnych można maksymalnie przybliżyć nauki przyrodnicze do ich historii. W tej właśnie skomplikowanej strefie

²⁹ J. S. Musabiekow, *Kratkoje rukowodstwo po bichromatnomu mietodu opriedielnija kalovijnosti*. Moskwa 1943.

³⁰ J. S. Musabiekow, *Istoriczeskaja ocenka sintieza Wöhlera*. „Woprosy istorii jestiestwoznania i techniki”, 1957, wyp. 5, ss. 66–73.

³¹ J. S. Musabiekow, L. A. Wazina, *K energetike koniecznych produktow azotistogo obmiena*. „Uczenyje zapiski Jarosławskiego technologiczkiego instituta”, 1957, t. 2, ss. 81–90.

³² J. S. Musabiekow, K. A. Macztina, F. P. Czerniakowski, *Swobodnoradikalnyje formy trifienilmietanowych krasitielej*. „Uczenyje zapiski Jarosławskiego technologiczkiego instituta”, 1959, t. 3, ss. 85–91.

³³ L. W. Koszkin, J. S. Musabekow, *Wozniknowienije i razwitije predstavlenij ob organiczeskich swobodnych radikalach*. Moskwa 1967.

nauki najłatwiej jest przerzucać trwałe mosty pomiędzy przyrodoznawstwem a nauką historyczną; mosty te umożliwiają ruch w obu kierunkach, powstaje „sprzężenie zwrotne” między naukami, pogłębia się zasięg badań, pewniejsze stają się wyniki, zwiększają się możliwości prognozowania, zacierają się granice między naukami doświadczalnymi a humanistycznymi; historia nauki staje się częściowo nauką eksperymentalną, co niewątpliwie podnosi jej znaczenie i autorytet w systemie naukoznawstwa. W eksperymentach konstruktywnych znajduje dobitny wyraz jedność i przenikanie się wzajemne dedukcji i indukcji jako metod badawczych przyrodoznawstwa, jak również jedność procesu historycznego i logicznego w rozwoju nauki.

Niestety, eksperyment we współczesnych badaniach historycznych nauki stosowany jest, jak dotąd, w niedostatecznym stopniu. A ma on tu jeszcze przed sobą wielkie możliwości potencjalne. Byłoby niewątpliwie rzeczą celową stworzenie w niektórych krajach, przy wielkich ośrodkach badawczych z zakresu historii nauki i naukoznawstwa, laboratoriów wyposażonych w nowoczesny sprzęt umożliwiający posługiwanie się metodami chemicznymi, fizyko-chemicznymi, analizą aktywności promieniotwórczej i innymi metodami badań w celu rozwiązywania zadań z zakresu historii nauki³⁴, i prowadzenia w nich prac o charakterze zarówno kontrolnym, jak i konstruktywnym. Wszystko to szybko przyniesie pożytek praktyczny, uczyni z historii nauki najbardziej pociągającą ze wszystkich dziedzin historii, przyczyni się do jeszcze większego zbliżenia nauk przyrodniczych i filozofii³⁵.

W cytowanej rozprawie S. R. Mikulińskiego i N. I. Rodnego prace z zakresu historii nauki podzielone są odpowiednio do typu, jaki reprezentują, na cztery grupy: badania archiwalne; prace opisowe; badania wykrywające związki logiczne, genezę problemu; prace, w których analizuje się rozwój nauki w powiązaniu z ruchem historii. Do tych czterech grup należy, naszym zdaniem, dodać jeszcze jedną: eksperymentalne badania historyczne. Otwierają się przed nimi, jak staraliśmy się to wykazać, szerokie perspektywy, pozwalają one też w maksymalnym stopniu łączyć teraźniejszość, przeszłość i przyszłość nauki.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МЕТОД ИСТОРИКО-НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье прослежена история возникновения и развития экспериментального направления в историко-научных исследованиях. Кроме историографии проблемы, рассмотрены работы, в которых использовались классические и современные (преимущественно физико-химические) методы эксперимента: анализы макро- и микрохимический, спектральный, петрографо-минералогический, калориметрический, радиоактивационный, методы дипольных моментов, статического магнетизма, парамагнитного электронного резонанса. Показано, что экспериментальный историко-научный метод используется и в самих естественных науках. Отмечено различие между проверочными и постановочными историко-научными экспериментами. Мотивирована перспективность развития экспериментального направления в историко-научных исследованиях.

³⁴ Zastosowanie elektronowych maszyn matematycznych do rozwiązywania zadań historycznych znalazło już odbicie w piśmiennictwie naukoznawczym.

³⁵ S. R. Mikulinski, N. I. Rodny, *Istorija nauki i naukowiedienije*. W: *Oczerki istorii i teorii razwitija nauki*. Moskwa 1969, ss. 35—66.

EXPERIMENTAL METHOD OF THE HISTORICAL AND SCIENTIFIC INVESTIGATIONS

The history of creating and development of experimental trend in the historical-scientific investigations is discussed in this article. Besides the historiography of a problem, the following subjects are presented: classical and modern (mainly physical-chemical) methods of experiment such as macro- and micro-chemical analyses, as well as those of spectrum, petrographical and mineralogical, calorimetric and radioactive. Further, methods of dipole moments, and of statical magnetism, paramagnetic electron resonance. It is underlined that the experimental-scientific method is used also in the natural sciences. The difference between checking and carrying on historical-scientific experiments is presented. The possibilities of development of the experimental trend in historical-scientific investigations is motivated.