

Łuczycki, Adolf

Rola błędów w rozwoju teorii elektromagnetyzmu do roku 1831

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 22/1, 73-82

1977

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.

Adolf Łuczycki
(Wrocław)

ROLA BŁĘDÓW W ROZWOJU TEORII ELEKTROMAGNETYZMU DO ROKU 1831

— Non omnis error stultitia est discenda.
(Cicero)

— If you shut your door to all errors,
truth will be shut out.
(Rabindranath Tagore)

Wspólnym mianownikiem poczynań — także w dziedzinie nauki — jest naturalne i nieodłączne od działalności ludzkiej popełnianie błędów. Należy zatem w pracy badawczej być świadomym źródeł i konsekwencji błędzenia. Również w badaniach historycznych i metodologicznych analiza roli błędu w rozwoju poszczególnych nauk — do niedawna niedoceniana — spełnia doniosłą rolę zarówno poznawczą, jak i praktyczną. Można nawet zaryzykować twierdzenie, że analiza błędów i ich roli — uzupełnia swą użytecznością badania w dziedzinie filozofii, metodologii, i historii nauki, posiadając jednocześnie dużą wartość poznawczą.

Formułowane przez fizyków teorie i hipotezy stanowiące momenty przełomowe w rozwoju nauki przeplatały się z teoriami hamującymi ten rozwój, przy czym często dopiero a posteriori można było ocenić różnice w rzeczywistym znaczeniu i roli poszczególnych teorii. Uświadomienie sobie tych zależności w rozwoju nauki może ustrzec przed popełnieniem conajmniej niektórych błędów i przyczynić się do ominięcia przynajmniej niektórych trudności.

Na potrzebę analizy działalności naukowej z punktu widzenia analizy samego procesu badawczego, a nie tylko ostatecznych, pozytywnych rezultatów, zwracano już niejednokrotnie uwagę. Richard P. Feinman swój wykład wygłoszony z okazji otrzymania nagrody Nobla w roku 1965 rozpoczął słowami: „W artykułach publikowanych w czasopiśmie naukowych mamy zwyczaj przedstawiać naszą pracę w możliwie najbardziej zakończonej postaci, maskując wszelkie ślady swych wysiłków i nie wspominając o pierwszych błędnych ideach. Nie mamy więc gdzie — w należyty sposób opublikować, jak w rzeczywistości doszliśmy do otrzymanych rezultatów...”¹

Dużo wcześniej James Clark Maxwell w inauguracyjnym wykładzie z fizyki w Cambridge w roku 1871 sformułował tę myśl w słowach: „W historii nauki nie powinno się ograniczać do wymieniania badań zakończonych sukcesem. Należy analizować również dociekania zakończone porażkami oraz wyjaśniać dlaczego niektórzy utalentowani ludzie

¹ R. P. Feinman: *The Development of the Space-Time View of Quantum Electrodynamics*. „Physics Today” T. 19: 1966 z. 8 s. 31.

nie mogli znaleźć właściwego „klucza” do wiedzy i jak autorytet innych stawał się jedynie ostoją dla błędów, w które wpadali”².

Ostatnio coraz częściej — wprawdzie nadal sporadycznie — uczeni podkreślają potrzebę wyraźnego uwzględniania w badaniach metodologicznych roli błędów i błędnych teorii. Bogdan Suchodolski sygnalizuje ten problem w kilku swoich publikacjach³, Włodzimierz Zonn w jednym z popularnych artykułów postuluje zwrócenie większej uwagi na rolę błędnych teorii w rozwoju nauki: „Istnieją koncepcje naukowe błędne lub nietrafne, które mimo to spełniają dużą rolę w rozwoju nauki, po pierwsze jako błędy, na których powinni się kształcić przyszli uczeni, po drugie zaś dlatego, że często wśród nich znajdujemy takie, które stymulują wielką twórczość naukową i z tego powodu ich rola powinna być chroniona przed zapomnieniem. [...] Niestety takim odkryciom historia nauki poświęca zaledwie marginesy w swoich rozważaniach, rzadko kiedy analizując rolę błędu w rozwoju danej nauki”⁴.

Na rolę błędzenia w rozwoju nauki zwraca również uwagę J. G. Dorfman, natomiast B. G. Kuzniecowa wprawdzie programowo sprzeciwia się traktowaniu historii nauki jako „istorii zabłądzeń”, nie przeszkadza mu to jednak w uwzględnianiu tego problemu w jego historycznych rozważaniach⁵.

Bardziej szczegółowo znaczenie błędu w rozwoju nauki — w zakresie nauk przyrodniczych i medycznych — jest omówione w książce W. I. B. Beveridge’a⁶. Z psychologicznego punktu widzenia proces myślenia i jego „osobliwości”, czyli nieprawidłowości omawia J. Kozielski⁷. W pracy tej zakłada się, że z punktu widzenia psychologicznego — proces myślenia naukowego nie odbiega w sposób istotny od procesu myślenia innymi kategoriami. Autor uzasadnia w ten sposób dopuszczalność stosowania laboratoryjnych metod w analizie źródeł błędów myślenia, a więc przydatność badań przeprowadzonych nad układem sztucznym oraz — w konsekwencji — w wysokim stopniu uproszczonym. Badania laboratoryjne powinny jednak być uzupełnione zarówno badaniami empirycznymi, jak i studiami historycznymi.

*

*

*

Analizę roli błędu w rozwoju nauki poprzedzić trzeba pewną próbą klasyfikacji i uporządkowania źródeł i dziedzin oddziaływania błędów. Koncentrować się jednak będziemy tylko na tych problemach, które występują w pracy badawczej, pomijając inne — wprawdzie życiowo ważne — ale nie odgrywające istotnej, bezpośredniej roli w działalności naukowej.

Pojęcie błędu w przedstawionej pracy jest ograniczone do sposobów działania, a nie oceny teorii, praw lub modeli, które w określonym układzie, w obszarze panowania danego paradygmatu, przyjmujemy za

² J. C. Maxwell: *The Scientific Papers of...* Vol. 2. Cambridge 1890 s. 251.

³ Por. m.in. B. Suchodolski: *Nauka a świadomość społeczna*. Wrocław 1974.

⁴ W. Zonn: *Prawo Titusa-Bodego*. „Problemy” 1975 z. 1/346 s. 9.

⁵ Por.: J. G. Dorfman: *Wsiemirnaia istorija fiziki s drewniejszich wriemien do konca XVIII wieka*. Moskwa 1974 s. 9, por. też: B. G. Kuzniecowa: *Ewolucija osnovnych idej elektrodinamiki*. Moskwa 1963 s. 10.

⁶ W. I. B. Beveridge: *The Art of Scientific Investigation*. London 1953. (tłum. pol. *Sztuka badań naukowych*. Warszawa 1960).

obowiązujące i prawdziwe. Błędem być może jedynie ich zbyt uogólnianie i stosowanie *per analogiam* poza zakresem, dla którego są słuszne. Błąd może więc być rozumiany albo jako działanie niezgodne z działaniem optymalnym dla osiągnięcia zamierzonego celu, bądź osiągnięcie celu niezamierzonego przy okazji dążenia do innego celu, bądź jako korzystanie z teorii, modelu, zespołu parametrów lub układu nieadekwatnego do zamierzonego celu. W efekcie jednak błąd, błędne działanie może spełniać rolę zarówno negatywną, jak i pozytywną, co przeczy popularnie panującemu pejoratywnemu odczuwaniu roli błędów. Oprócz negatywnej, duże znaczenie ma rola pozytywna zarówno samych błędów, kiedy na przykład przeoczenie szczegółów pozwala sformułować ogólne prawa, dopiero w późniejszym stadium uściślone, jak i traktowanie błędów jako naturalnego składnika działalności naukowej, co pozwala na podejmowanie ryzyka, inspirowanie owocne badania. Według L. Brillouin'a „nieuniknione błędy muszą być włączone do teorii, ponieważ są one zasadniczą częścią wiedzy o otaczającym nas świecie”⁸. T. Kuhn natomiast przy okazji omawiania konsekwencji wynikających ze stosowania określonych metod i przyrządów zapytuje: „Czyż z częstości z jaką takie metody badań pociągają za sobą wprowadzanie w błąd wynika, że nauka powinna porzucić przyjęte metody i instrumenty? Prowadziłoby to do nierozumienia metod badania”⁹.

Przy próbie klasyfikowania proponuje się wyróżnić z jednej strony dziedziny występowania błędów, z drugiej zaś ich źródła. Z dziedzin występowania wymienimy:

1. Rozumowanie — najobszerniejsza, gdyż partycypująca we wszystkich innych dziedzinach błędów. Przyczyny błędów rozumowania zostały scharakteryzowane i omówione w cytowanej pracy J. Kozielskiego¹⁰.

2. Możliwość niedostrzeżenia lub zbagatelizowania, względnie błędnej oceny ważności problemu lub odkrycia. Szczególnie w naukach technicznych występuje często niedocenienie, nieświadomość doniosłości dokonanego odkrycia. Odczuwa się to szczególnie w krajach charakteryzujących się w danym okresie opóźnieniem rozwoju technicznego i naukowego.

3. Etap formułowania hipotez, wyboru metod, modeli, który może w istotny sposób zaważyć na dalszych losach podjętego zamierzenia.

4. Gromadzenie danych, obserwacja, eksperymenty. Często jest w tych przypadkach nadmierna wiara w eksperyment, wpływ nastawienia lub oczekiwania.

5. Interpretacja, wyciąganie wniosków, formułowanie twierdzeń praw i zasad.

Jako źródła błędów wymienić między innymi można sugestię i auto-sugestię, schematyzm, wady informacyjne:

1. Sugestia wynika przeważnie z działania autorytetu grupy, „szkoły”, kierownika, lub panujących poglądów, przekonań, teorii. Innym

⁷ J. Kozielski: *Osobliwości procesu myślenia, a twórczość naukowa*. „Zagadnienia Naukoznawstwa T. 8: 1972 z. 3/31 s. 311—322.

⁸ L. Brillouin: *Science and Information Theory*. New York 1962 (tłum. pol. *Nauka a teoria informacji*. Warszawa 1969) s. 403 wydania polskiego.

⁹ T. S. Kuhn: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago 1962 s. 60 (tłum. pol. *Struktura rewolucji naukowych*. Warszawa 1968). Tłumaczenie polskie (s. 76) wydaje się sugerować nieco inny sens tej myśli.

¹⁰ Kozielski, dz. cyt.

rodzajem sugestii jest sugestia wynikająca ze względów politycznych, ideologicznych, materialnych.

2. Autosugestia może wynikać z bezkrytycznego upodobania do ładu, subiektywizmu przekonań lub uprzedzeń.

3. Schematyzm. Podejmując nowy problem stosuje się do niego stare i nieadekwatne schematy. W konsekwencji problem nie zostaje rozwiązany lub zrozumiany, bądź rozwiązany lub zrozumiany źle albo tylko pozornie. Przyczyną schematyzmu może być też konserwatyzm, bezwładność, blokujące właściwości dawnych skojarzeń. Schematyzm bywa również przyczyną zbagatelizowania zauważonego zjawiska, istotnych czynników lub parametrów.

4. Wady informacyjne polegają na myleniu informacji i interpretacji, traktowaniu domysłu jako informacji, niejednakowym traktowaniu informacji potwierdzającej i zaprzeczającej. Wady informacyjne bywają również przyczyną odkryć wielokrotnych i wynikających stąd konsekwencji.

*

*

*

Przykładem pozytywnego efektu wynikającego z błędnej teorii może być wynalezienie kondensatora w postaci tak zwanej „butelki lejdejskiej”. Wynalazek ten — istotny dla rozwoju elektromagnetyzmu i elektrotechniki — jest przykładem świadomego działania w oparciu o założenia teoretyczne¹¹. W połowie XVIII wieku w większości teorii wyjaśniających naturę elektryczności i zjawisk elektrycznych zakładano istnienie jednego lub dwu fluidów, czyli „nieważkiej” cieczy elektrycznej zdolnej do przenikania każdej substancji lub akumulowania się w niej, czemu towarzyszył proces ładowania albo napełniania. W omawianych doświadczeniach taką substancją, w której starano się zakumulować fluid elektryczny była woda (P. Musschenbroek), bądź rtęć (E. G. Kleist). Nie bez znaczenia było również to, że w obu przypadkach użyto naczyń wykonanych z cienkiego szkła (naczynia do celów medycznych¹²), dzięki czemu efekty w postaci wstrząsów (porażenia) były stosunkowo silne (większa pojemność, większy ładunek elektryczny).

Szklane naczynie miało spełniać rolę jedynie izolatora. W ten sposób próby „napełnienia” naczynia fluidem elektrycznym doprowadziły do wynalezienia około 1745 roku — jednocześnie przez kilku badaczy — kondensatora¹³. Stosunkowo prędko pierwotna „butelka” ustąpiła miejsca układowi o bardziej ogólnej postaci „przewodnik—izolator—przewodnik”, w którym o pojemności decydują wymiary i elektryczne właściwości warstwy izolacyjnej, a nie wewnętrzna objętość naczynia. Pomimo to z pierwotnej koncepcji przetrwała do dzisiaj nazwa wielkości fizycznej — „pojemność elektryczna”.

Z kolei przykładem błędnego uogólnienia popartego autorytetem może być rola elektrostatyki oraz samego Charlesa Coulomba w rozwoju początków elektromagnetyzmu. Sukcesy, jakie odniosło zastosowanie dobrze wykształconego na mechanice aparatu matematycznego,

¹¹ T. S. Kuhn, dz. cyt. s. 61.

¹² P. S. Kudrjawcew: *Istoria fiziki*. T. 1, Moskwa 1956 s. 299.

¹³ P. van Muschenbroek i E. G. von Kleist. Porównaj na przykład: E. Whittaker: *A History of the Theories of Aether and Electricity*. V. 1. London 1958 s. 45.

przy ilościowym ujęciu i tworzeniu modelu matematycznego zjawisk elektrycznych i magnetycznych spowodowały, iż poszukiwano zgodnych z tym modelem związków między elektrycznością i magnetyzmem.

Również i w innych dziedzinach doszukiwano się zgodnych z modelem elektrostatycznym wyjaśnień zjawisk, czego przykładem może być odmienna od podanej przez A. Voltę hipoteza procesów zachodzących w ogniwie, głoszona przez fizyków i matematyków francuskich, tworzących w pierwszej ćwierci XIX-go wieku ośrodek legitymujący się poważnymi osiągnięciami i ogromnym autorytetem.

Wiadomości o doświadczeniach L. Galvaniego i A. Volty spotkały się z dużym zainteresowaniem we Francji. Gdy w 1801 roku Volta przedstawił swe doświadczenia w Paryżu, Akademia Francuska powołała specjalną komisję (P. S. Laplace, Ch. A. Coulomb, J. B. Biot i inni), której celem było opracowanie i przedłożenie raportu w tej sprawie. Raport zreferował Biot znajdujący się pod przemożnym wpływem Coulomba i Laplace'a, przedstawiając interpretację zjawisk z pozycji elektrostatyki Coulomba.

Traktował on prąd w ogniwie jako proces rozładowywania powstający przy zetknięciu się różnych ciał. Ta interpretacja aż do roku 1820 nie była w zasadzie kwestionowana. Podważona została dopiero przez doświadczenia Oersteda i prace Ampère'a. Biot i jego stronnicy bronili swych pozycji, które ostatecznie upadły w 1825 roku, kiedy to w pracach nowego pokolenia fizyków rozwinięto naukę o prądzie elektrycznym¹⁴.

Wynikiem popartego autorytetem Coulomba stanowiska było wytworzenie metodologicznego modelu elektrostatycznego, na którym opierano badania i interpretowanie zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Opis tego modelu można sprowadzić do kilku podstawowych właściwości:

1. oddziaływanie między ciałami sprowadzone do punktów („ładunki punktowe”) bez pośrednictwa otaczającego ośrodka (action at a distance);
2. oddziaływania sił mają charakter „promieniowy” wzdłuż prostych łączących środki współoddziałujących ciał;
3. ignorowanie wpływu ruchu na charakter zachodzących procesów;
4. pomijanie w rozważaniach procesów energetycznych, które jeżeli nawet zachodzą, to „nieskończenie powoli”.

Zasugerowanie modelem elektrostatycznym miało decydujący wpływ na rozwój badań nad magnetyzmem oraz nad związkiem między elektrycznością i magnetyzmem. W konsekwencji wprowadzono pojęcie „mas magnetycznych”, które jakkolwiek błędne z punktu widzenia fizyki przetrwało niemal do dni dzisiejszych; Doszukiwano się też w zjawiskach magnetycznych sił centrycznych, a więc takich, jakie występują w efektach elektrostatycznych i grawitacyjnych.

Stało się to przede wszystkim główną przyczyną niedostrzegania związku między przepływem prądu, a polem magnetycznym. Główną, lecz nie jedyną. Drugą była teoria fluidów elektrycznych i magnetycznych, zgodnie z którą prąd elektryczny może przetwarzać się na fluid

¹⁴ T. M. Brown : *The Electric Current in Early Nineteenth-Century French Physics*. „Hist. Stud. Phys. Sci.” V. 1. Philadelphia 1969 s. 61—103.

magnetyczny jedynie w substancji przez którą przepływa. Efektów magnetycznych poszukiwano więc w stalowych przewodniach, przez które przepływa prąd, a nie wokół nich.

Magnesowanie się stalowych igieł w wyniku wyładowań elektrycznych (atmosferycznych, później z kondensatora) znane było już w XVIII wieku, przynajmniej od roku 1735¹⁵). Świadome próby w tym kierunku podejmował jak wiadomo Benjamin Franklin około 1750-go roku. Wynalezienie ogniwa elektrycznego przez A. Voltę (1799—1800) dało możliwość dysponowania ciągłym przepływem prądu, lecz nie zmieniło przyjętego kierunku poszukiwań. W związku z tym przy próbach magnesowania igieł zastąpiono jedynie wyładowania kondensatora przepływem przez stalowe igły prądu z ogniwa. W dalszym więc ciągu eksperymenty związane z pojęciem „przepływu cieczy elektrycznej i magnetycznej” nie prowadziły do zaobserwowania pola magnetycznego poza układem bezpośrednio przewodzącym prąd elektryczny. Również próby znalezienia oddziaływań między biegunem magnesu i przewodnikiem z prądem nie dały pozytywnych wyników.

Dopiero w roku 1820 związek między przepływem prądu i polem magnetycznym odkrył, a przede wszystkim docenił, sformułował i opisał Hans Christian Oersted. W swym komunikacie Oersted wyraźnie zwrócił uwagę na dwie właściwości zaobserwowanego zjawiska:

1. pole magnetyczne nie jest ograniczone przewodnikiem, którym płynie wytwarzający je prąd, lecz ma stosunkowo obszerną strefę działania wokół niego;

2. pole magnetyczne tworzy wir (rotację) wokół przewodnika¹⁶.

Było to zupełnie nowym spojrzeniem na istotę zjawisk magnetycznych. Jednakże dalsze badania i próby wyjaśniania podejmowane przez fizyków francuskich — A. M. Ampère'a, J. B. Biota, F. Savarte'a, P. S. Laplace'a — poszły w kierunku interpretacji zgodnej z modelem elektrostatycznym. Ampère — przystępując do badań — założył z góry, że ich wyniki powinny potwierdzić zgodność opisywanych zjawisk z założeniami wynikającymi z modelu Newtona, oraz zgodnego z nim prawa Coulomba dla elektrostatyki. We wstępie do swej podstawowej pracy¹⁷ Ampère pisze: „(...) Tą samą drogą (co i Newton) szli we Francji uczeni, którym fizyka zawdzięcza swe ogromne osiągnięcia ostatnich czasów. Ja również we wszystkich moich badaniach zjawisk elektrodynamicznych kierowałem się tą samą drogą. W celu ustalenia praw (elektrodynamiki) szukałem odpowiedzi tylko w doświadczeniu i wyprowadziłem stąd jedyny wzór, który może wyrazić siły wywołujące te zjawiska. Nie próbowałem zbadać przyczyn, z którymi można by wiązać pochodzenie tych sił, będąc przekonanym, że wszystkie podobne badania powinna poprzedzać czysto eksperymentalna znajomość praw. Te prawa winny więc być jedyną podstawą do wyprowadzenia wzorów wyrażających elementarne siły, kierunek których bezwzględnie jest zgodny z kierunkiem prostej łączącej dwa punkty ma-

¹⁵ E. Whittaker, dz. cyt. s. 81.

¹⁶ H. Ch. Oersted: *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*. Hafniae 1820. Korzystano z tłumaczenia rosyjskiego zamieszczonego w: A. M. Ampère: *Elektrodynamika*. Serija „Klassiki Nauki” 1954 s. 433—439.

¹⁷ A. M. Ampère: *Theorie des phenomenes Electro-dynamiques, uniquement deduite de l'experience*. Paris 1826. Korzystano z wydania rosyjskiego A. M. Ampère: *Elektrodynamika*, s. 9—220.

terialne, między którymi ona działa [...]”¹⁸. Parę zaś wierszy dalej: „[...] Nawet znakomity uczoney [H. Ch. Oersted] zobaczywszy po raz pierwszy jak bieguny magnesu pod wpływem przewodu będącego przewodnikiem prądu zaczęły przemieszczać się w kierunku prostopadłym do tego przewodu, wyciągnął stąd wniosek, że materia elektryczna obraca się wokoło przewodnika [?] i porusza bieguny w kierunku swego ruchu [...] Kierując się zasadami filozofii Newtona ja sprówadziłem zjawisko zauważone przez pana Oersteda [...] do sił działających zawsze wzdłuż prostej łączącej dwie cząsteczki”.

W dalszym ciągu pracy Ampère z góry zakłada konieczność badania oddziaływań między „elementami przewodów z prądem”, przy czym wyrażając ten związek wzorem:

$$F_{12} = \frac{i_1 ds_1 \cdot i_2 ds_2}{r^n}$$

dąży do znalezienia wartości współczynnika n . W wyniku teoretycznych przekształceń i rozważań określa wartość wykładnika jako równą 2, spełniając tym samym założone podobieństwo z wzorem Coulomba, przy czym elementy przewodów z prądem spełniają rolę analogów ładunków elektrostatycznych.

Uzupełniając wzór współczynnikami uwzględniającymi wzajemne usytuowanie odcinków Ampère otrzymuje postać, którą uznał za ostateczną:

$$F_{12} = \frac{i_1 ds_1 \cdot i_2 ds_2}{r^2} \left(\cos E - \frac{3}{2} \cos \Theta_1 \cos \Theta_2 \right)$$

Wymienione przez Ampère’a założenia dotyczące charakteru działających sił i ich zgodności z panującymi poglądami stały się przyczyną tego, że jego wzór jedynie w ograniczonym zakresie jest słuszny, mianowicie w postaci całkowej, a nie w przedstawionej przez niego postaci różniczkowej. Można go więc używać jedynie w postaci całkowej, obliczając (przez sumowanie) siłę działającą między zamkniętymi obwodami z prądem, ale nie między „elementami prądowymi” — jak tego chciał Ampère.

Jak widać więc obliczenia i eksperymenty przeprowadzał Ampère po to, aby dojść do z góry założonych wniosków. W jakim stopniu wykonywane przez Ampère’a eksperymenty były eksperymentami rzeczywistymi, a w jakim tylko myślowymi nie wiadomo. Nacisk, z jakim pisze on na temat roli eksperymentów w tworzeniu teorii budził już wątpliwości u W. F. Webera i J. C. Maxwella¹⁹. Nie pociągało to jednak za sobą podważenia słuszności jego metodyki, wręcz przeciwnie, miało świadczyć o genialności intuicji, zdolności stworzenia gotowej, zakończonej teorii, która — jak pisze Maxwell — „wyskoczyła z umysłu Newtona elektryczności”.

Wyżej przytoczony wzór bardziej sceptycznie ocenił Oliver Heaviside²⁰. Równanie podane przez Ampère’a było na równi z wzorami wy-

¹⁸ Tamże s. 10.

¹⁹ J. C. Maxwell: *A Treatise on Electricity and Magnetism*. V. 2. Oxford 1873 § 528. Na ten temat między innymi: E. Whittaker, dz. cyt. s. 88; B. G. Kuzniecowa, dz. cyt. s. 98.

²⁰ O. Heaviside „Electrician” T. 22: 1888 s. 230; por. także: E. Whittaker, dz. cyt. s. 88.

prowadzonymi przez W. E. Webera, H. L. Helmholtza, H. G. Grassmanna poddawane krytyce. Zagadnienie sił działających między obwodami lub ładunkami elektrycznymi w ruchu, (tak zwanych sił ponderomotorycznych) ich zgodności z trzecim prawem Newtona, problem zakresu słuszności i stosowności proponowanych wzorów było i pozostało do dzisiaj źródłem kontrowersji²¹. Wprawdzie ani wątpliwości Heaviside'a ani innych badaczy nie umniejszają znaczenia dzieła Ampère'a, nie mniej byłoby niewątpliwie ciekawe zbadanie, z metodologicznego punktu widzenia, rozwoju jego teorii.

Prawdopodobnie niemożność znalezienia „sił centralnych” spowodowała również brak zainteresowania próbami skonstruowania silnika (maszyny poruszającej się pod wpływem przepływu prądu). Układ taki skonstruował pierwszy M. Faraday, który kładąc nacisk przede wszystkim na eksperyment, mniej był uzależniony od panujących poglądów teoretycznych.

*

*

*

Pomimo, iż zjawiska elektromagnetyczne i wyjaśniająca je teoria wprowadziły wiele nowych pojęć, to jednak w dalszym ciągu niemal powszechnie panował pogląd opierający się na „modelu elektrostatycznym”. Konsekwencją tego stanu rzeczy była, między innymi, hipoteza Faradaya o tak zwanej elektroniczności, będącej analogią indukcji elektrostatycznej. W oparciu o tę hipotezę Faraday postawił sobie zadanie „przekształcić magnetyzm w elektryczność”. Sugerując się zjawiskami elektrostatycznymi uważano, iż elektryczność powinna być wytworzona przez stałe pole magnetyczne. Ujemne wyniki obserwacji tłumaczono niedostatecznie dużą intensywnością pola magnetycznego. Efekt pozytywny w postaci ruchu strzałki galwanomierza w chwili załączenia lub wyłączenia prądu w obwodzie zasilającym elektromagnes, obserwowane zarówno przez Faradaya, jak i przez innych fizyków, interpretowano jako zakłócenie wynikające z błędów w układzie pomiarowym. Starano się te zakłócenia wyeliminować umieszczając nawet przyrząd pomiarowy w osobnym pomieszczeniu.

Zdolności samodzielnego i krytycznego myślenia należy przypisać to, iż w końcu jednak właśnie Faraday uświadomił sobie, że istotną przyczyną zjawiska jest zmiana (prędkość zmiany) strumienia magnetycznego i sformułował prawo indukcji elektromagnetycznej. Samo sformułowanie, a nie zaobserwowanie zjawiska było rzeczywistym odkryciem. Dlatego też nawet wcześniejsze zaobserwowanie i zanotowanie tego zjawiska bez wyciągania wniosków nie miało wartości poznawczej i nie może pretendować do miana odkrycia.

*

*

*

Tworząca się w latach 70-tych XVIII wieku teoria zjawisk elektromagnetycznych, przejście od badań jakościowych do badań i sformuło-

²¹ Por.: R. A. R. Tricker: *Early Electrodynamics*. Oxford 1965; R. G. Sigalow, T. I. Szpowalowa, Ch. Ch. Karimow, N. I. Samsonow: *Nowyje issledowanija dwizuszczych sił magnitonogo polja*. Taszkent 1975.

wań ilościowych, sformułowanie i eksperymentalne potwierdzenie prawa Coulomba, które stanowiło początek nowej epoki w dziedzinie badań nad zjawiskami elektrycznymi były — obok ich niewątpliwie pozytywnej roli — poważnym czynnikiem hamującym. Jego przewyżnienie — kolejno przez odkrycie Oersteda, a następnie przez prawo indukcji elektromagnetycznej — otworzyło nie tylko nowy rozdział w rozwoju elektromagnetyzmu, ale stworzyło również podstawę do powstania elektrotechniki jako dziedziny technicznej.

Tym przykładem, jak mi się zdaje, można zilustrować niektóre z omawianych źródeł błędów, między innymi ujemną rolę autorytetu w rozwijającej się szybko dziedzinie wiedzy, a także ujemne konsekwencje zasugerowania się przyjętą analogią zjawisk. Jakkolwiek posługiwanie się analogią jest metodą stosowaną z pożytkiem w badaniach naukowych, stanowi ona potężne i twórcze narzędzie, to jednak nie można zapominać o kryjących się w niej niebezpieczeństwach. Wnioskowanie i dowodzenie przez analogię prowadzi do błędów, gdy zauważone lub wykorzystane podobieństwa są nieliczne, lub dla danego zadania nieistotne, chociaż czasami przy zbytnim upraszczaniu lub uogólnianiu narzucające się sugestywnie.

Niebezpieczeństwo polega zresztą i na tym, że w każdej sytuacji, w każdym okresie badacz tkwi w określonym, panującym systemie praw, wzorców, które wprowadzają czynnik bezwładności w stosunku do nowych idei.

Zdawanie sobie sprawy z prawidłowości rozwoju nauki oraz z mechanizmów psychologicznych wpływających na te procesy może przyczynić się do świadomego zmniejszania ujemnych czynników w działalności ludzkiej, w tym również w pracy naukowej.

A. Лучицки

РОЛЬ ОШИБОК В РАЗВИТИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ТЕОРИИ ДО 1831 ГОДА

В статье обращается внимание на необходимость учета в большей степени, чем это было до сих пор, роли ошибок в развитии науки. Понятие ошибки определено как неправильный метод действия. Перечислены чаще всего появляющиеся источники и причины ошибочных действий. Подчеркивается также положительная — кроме отрицательной — роль ошибок в научной деятельности.

В качестве примеров описано открытие конденсатора, а также значение электростатики и трудов Куломба в развитии начал электромагнетизма. Успехи, которых добилась электростатика Куломба — являющиеся новым этапом в развитии теории электричества и магнетизма — стали причиной опоздания открытия связи между электрическими и магнетическими явлениями, а затем электромагнетической индукции. Они также повлияли решительным образом на методы работы многих физиков, в том числе Ампера.

Анализ такого рода проблем имеет значение не только познавательное, но и праксеологическое. Отдавать себе отчет в той закономерности процессов развития науки и психологических механизмов, влияющих на эти процессы может послужить сознательной минимализации отрицательных последствий деятельности — также и в научной работе.

A. Łuczycki

LE RÔLE DES ERREURS DANS LE DÉVELOPPEMENT DE LA THÉORIE D'ÉLECTROMAGNÉTISME JUSQU'À 1831

Dans le présent article, on a souligné le besoin de tenir compte, au degré plus haut que jusqu'à présent, du rôle des erreurs dans le développement de la science. On a déterminé la notion d'erreur comme le moyen d'agir fautif. Ensuite, on a cité les sources et les causes les plus fréquentes des actions fautives et on a aussi souligné le rôle positif, sauf négatif, des erreurs dans l'activité scientifique.

Comme exemples, on a proposé l'invention du condensateur ainsi que l'importance de l'électrostatique et des travaux de Coulomb dans le développement des premiers éléments de l'électromagnétisme. Les succès de l'électrostatique de Coulomb, constituant une nouvelle étape dans le développement de la théorie de l'électricité et du magnétisme, ont retardé dans une grande mesure le dévoilement des rapports entre les phénomènes électriques et magnétiques, et ensuite l'induction électromagnétique. Ces succès ont aussi eu l'influence remarquable sur les méthodes de travail de plusieurs physiciens, entre autres d'Ampère.

L'analyse des questions de cette sorte est de l'importance cognitive et pratique. Si les régularités dans les processus du développement de la science et les mécanismes psychologiques exerçant l'influence sur ces processus sont analysés à bon escient, ils peuvent contribuer au refus conscient des facteurs négatifs dans l'activité humaine, y compris l'activité scientifique.