

# Pierre Simon Laplace

## (1749–1827)



**Pierre Simon Laplace – jeden z najbardziej wpływowych uczonych w historii, przez współczesnych zwany Napoleonem nauki. Nikt tak jak on nie potrafił zaprząć metod matematycznych do rozwiązywania problemów mechaniki, fizyki i astronomii.**

■ TADEUSZ NADZIEJA

Rozwój nauki w państwie oraz jej wpływ na rozwój nowych idei w regionie zależą od jego potęgi militarnej i politycznej. Nie dziwi więc, że na ogół przełomowe idee rodzą się w imperiach. Potęga polityczna oraz wpływy naukowe i kulturalne idą ze sobą w parze. Trudno wyobrazić sobie rozwój talentu matematycznego gdzieś na peryferiach cywilizowanego świata; jeśli nawet takowy tam się rodzi, najpewniej czeka go los Janka Muzykanta.

Pierre Simon Laplace miał szczęście; natura obdarzyła go wyjątkowym talentem, pracował z najtęższymi umysłami swojej epoki, a kraj, w którym się urodził, odgrywał w jego czasach rolę czołowego mocarstwa europejskiego. Za życia kreował się

na Napoleona nauki, a jego wpływ na jej rozwój był ogromny. Dzisiaj nazwisko Laplace kojarzy się studentom nauk ścisłych z równaniem i transformatą Laplace’a oraz metodą obliczania wyznacznika, absolwenci nauk przyrodniczych lub filozofii mogli zetknąć się z tzw. demonem Laplace’a. Jego nazwisko nie zostało jednak ikoną nauki jak nazwisko Newtona czy Einsteina. Nie dokonał tak spektakularnych odkryć jak wymienieni, a i cechy jego charakteru oraz opinia o nim jemu współczesnych była ku temu przeszkodą. Ale o tym nieco później.

Pierre Simon Laplace urodził się w miejscowości Beaumont-en-Auge w Normandii w roku 1749 w rodzinie... i tutaj zaczyna się problem, jedne źródła podają, że w rodzinie biednych wieśniaków, inne, że ojciec był znanym handlarzem cydru (rodzaj wina jabłkowego popularnego w Normandii), a matka Marie-Anne Sochen pochodziła z rodziny dysponującej sporymi posiadłościami i majątkiem. Skąd te rozbieżności w życiorysie jednego z najbardziej znanych i wpływowych przedstawicieli nauki przełomu XVIII i XIX wieku? Jak się wydaje, są dwie możliwości wytłumaczenia tego faktu, jedna związana z samą osobą Laplace’a, który w czasach swojej kariery trzymał się z niejasnych powodów z dala od krewnych i znajomych

z lat młodzieńczych. Może związane to było z okresem Rewolucji Francuskiej, kiedy to przezornie było tak postępować, a nieodpowiednie koligacje mogły skończyć się lochem lub gilotyną.

Zamieszanie mogli wprowadzić również późniejsi biografowie, którym z dydaktycznych powodów wygodnie jest zakładać, że z nędzy, pracą i zdolnościami można dojść do najwyższych szczytów. Oczywiście jest to półprawda często propagowana dla pokrzepienia serc ubogiej młodzieży; nawet z najlepszego gatunkowo nasienia nic nie wyrośnie, jeśli nie trafi na odpowiedni czas i glebę, a rosnąc nie uniknie wrogów i konkurentów.

Istnieją ślady pewnych tradycji intelektualnych w rodzinie Laplace'a, jego wuj był nauczycielem matematyki w szkole średniej. Potwierdza to tezę, którą niedawno zasłyszałem, że zdolności matematyczne dziedziczą się przez matkę na synów.

Ojciec Pierre Laplace planował dla syna karierę duchownego lub wojskowego. Szkołę powszechną ukończył Pierre Simon u benedyktynów w rodzinnej miejscowości, a w wieku szesnastu lat wstąpił na uniwersytet w Caen, gdzie rozpoczął studia z teologii. W czasie ich pierwszych dwóch lat zetknął się z nauczycielami matematyki tegoż uniwersytetu C. Gadbledem i P. Le Canu, o których wiemy właściwie tylko to, że odkryli matematyczny talent Laplace'a. Z listem polecającym drugiego z nich udał się do Paryża do J. R. d'Alemberta. Ten nie tylko pokierował jego matematycznymi studiami, ale wystarał się też dla niego o posadę w Ecole Militaire, pozwalającą zabezpieczyć finansowo jego pobyt w Paryżu.

Kariera Laplace'a rozwijała się w zawrotnym tempie. Pierwszą pracę przedsta-

wił Akademii Nauk w Paryżu 28 marca 1770 roku. Dotyczyła ona badania krzywych i poprawiała wyniki uzyskane wcześniej przez J.L. Lagrange'a. Już 18 lipca tego roku przedstawił następną poświęconą równaniom różnicowym. W roku 1773, po opublikowaniu serii prac, został wybrany członkiem Akademii.

W roku 1784 egzaminował w Królewskim Korpusie Artylerii, a jednym z egzaminowanych przez niego był szesnastoletni wówczas Napoleon Bonaparte. Ich losy będą się dalej przeplatać.

W czasach Rewolucji Laplace był członkiem komitetu do spraw reformy miar i wag i przyczynił się do wprowadzenia w życie systemu metrycznego. W latach terroru udało mu się opuścić Paryż, co prawdopodobnie uratowało mu życie. Lavoisier, jego przyjaciel i współpracownik, z którym zajmował się ciepłem topnienia lodu oraz wykazał, że oddychanie jest pewnego rodzaju procesem spalania, nie miał tyle szczęścia. Został w tym czasie zgilotynowany.

Cała matematyczna działalność Laplace'a koncentruje się wokół równań różniczkowych, rachunku prawdopodobieństwa i ich zastosowań. Wyniki swoich badań zawarł w dwóch dziełach: *Traité de mécanique celeste (Mechanika nieba)* i *Théorie analytique des probabilités (Analityczna teoria prawdopodobieństwa)*.

Pierwsze wydanie tomu pierwszego i drugiego *Mechaniki nieba* wyszło drukiem w 1799 roku w nakładzie 1500 egzemplarzy każdy. Następne wychodziły odpowiednio w latach: III w 1802, IV w 1805, V w 1820. Sprawdziłem, że całość jest aktualnie do nabycia w jednym z antykwariatów za około 20 tysięcy dolarów. Tom III dedykowany był Napoleonowi

Nawet z najlepszego gatunkowo nasienia nic nie wyrośnie, jeśli nie trafi na odpowiedni czas i glebę.

„Mechanikowi zwycięstwa”, a po jego upadku następne wydania były dedykowane Ludwikowi XVIII.

Napoleon wyraził zachwyt nad „doskonałą jasnością” dzieła i napisał do jego autora „mam teraz nową sposobność do ubolewania, że porwany siłą okoliczności poszedłem inną drogą oddalony od wiedzy”. Z tą „doskonałą jasnością” to była czysta kurtuazja. Laplace nie dbał o elegancję i przejrzystość wywodów. Jak długo wyniki zgodne były z rzeczywistością, nie troszczył się o uzasadnienie poszczególnych kroków rozumowania. Biot, który wraz z Laplacem pracował nad korektą wydań *Mechaniki nieba*, wspominał, że Laplace często nie był w stanie wyjaśnić różnych szczegółów i zadawał się faktem, że konkluzja wyводу jest prawdziwa. Często powtarzał „To jest oczywiste”.

*Mechanika nieba* jest w pewnym sensie tłumaczeniem fundamentalnego dzieła Izaaka Newtona *Principia* na język rachunku różniczkowego i całkowego. Współcześnie znamy Newtona w takim właśnie tłumaczeniu. Podkreślić jednak trzeba, że główną zasługą Laplace’a jest wypełnienie wielu luk i szczegółów, czego Newton nie dysponujący odpowiednim aparatem matematycznym nie mógł zrobić. Rozważał również szereg problemów, których Newton ani jemu współcześni nie podejmowali. Zadziwia to bogactwo poruszanych zagadnień. Wymieńmy część z nich.

□ **Zagadnienie  $n$  ciał** polegające na badaniu ruchu  $n$  ciał poruszających się pod wpływem wzajemnego oddziaływania grawitacyjnego. Jak wiadomo, dla  $n > 2$  zagadnienie to nie jest całkowalne, tzn. rozwiązania nie mogą być wyrażone jawnymi wzorami, a matematyczne komplikacje pojawiające się w ich badaniu są niewyobrażalne.

□ **Zagadnienie stabilności układu planetarnego**, które w sporym uproszczeniu polega na zbadaniu czy małe zaburzenia ruchu planet spowodowane np. przelotem komety, czy też wzajemnym oddziaływaniem planet, nie spowodują zasadniczej zmiany parametrów orbit. Problem do dzisiaj nie jest w pełni rozwiązany mimo wysiłków całych pokoleń matematyków. Najznaczniesze rezultaty osiągnęli w badaniu tego problemu matematycy rosyjscy A. N. Kołmogorow, W. I. Arnold oraz niemiecki J. Moser (teoria KAM).

□ **Zagadnienie dokładnego określenia kształtu Ziemi.** Ekscytowano się nim w XVIII wieku, co spowodowane było zapewne jego związkami z astronomią obserwacyjną oraz nawigacją. Badanie tego problemu doprowadziło do rozwoju teorii błędów tj. teorii badającej problem doboru parametrów modelu, tak aby osiągnąć ich jak najlepszą zgodność z danymi obserwacyjnymi.

□ **Zagadnienie przyptywów i odpływów morza.** Do opisu tego zjawiska Laplace wprowadza równanie ciecicy nieściśliwej i nielepkiej. Wcześniej zrobił to Lagrange, ale nie jest on cytowany, jak i wielu innych. Laplace nie zaprzętał sobie głowy pisaniem odsyłaczy do prac poprzedników.

Inne poruszane w *Mechanice nieba* zagadnienie to np. wyznaczanie parametrów orbit komet za pomocą danych obserwacyjnych, ruch rotacyjny Ziemi i Księżyca, zastosowanie równania Eulera do badania pierścieni Saturna, teoria ruchu Księżyca (przykład zagadnienia trzech ciał: Księżyc, Ziemia, Słońce).

Swoje wyniki z rachunku prawdopodobieństwa oraz statystyki Laplace zawarł w dziele *Analityczna teoria prawdopodobieństwa*, które wyszło drukiem w 1812 roku i było dwukrotnie wznawiane za jego życia.

Pierwsze wydanie dedykowane było Napoleonowi, w późniejszych wydaniach dedykacja ta została usunięta. Dzieło to zawiera podstawy tego, co dzisiaj nazywamy analizą regresji, statystyką bayesowską, statystyką aktuarią (zagadnienie umiERALNOŚCI oraz przeżywalności), teorią błędów i metodą najmniejszych kwadratów. Z matematycznego punktu widzenia najistotniejszym było sformułowanie i udowodnienie tzw. Centralnego Twierdzenia Granicznego. W roku 1819 Laplace opublikował *Théorie des probabilités* (*Teoria prawdopodobieństwa*) popularne w charakterze wprowadzenie do *Analitycznej teorii prawdopodobieństwa*.

Laplace miał fantastyczną zdolność atakowania różnych problemów fizycznych z pomocą aparatu matematycznego. Oprócz wspomnianych już osiągnięć w opisie ruchu planet i komet, satelitów Jowisza, wyznaczeniu spłaszczenia Ziemi oraz badaniu przyplływów morza zawartych w *Mechanice*, zajmował się teorią włośkowatości, wyprowadził wzór barometryczny pozwalający obliczyć ciśnienie atmosferyczne w zależności od wysokości nad powierzchnią Ziemi, zbudował własną teorię światła oraz podał wzór na prędkość dźwięku w zależności od temperatury powietrza.

Swoje koncepcje filozoficzne i kosmologiczne przedstawił Laplace w dziele *Exposition du systeme du monde* (*Przedstawienie systemu świata*). Pierwsze wydanie wyszło drukiem w 1796 roku (obecna cena antykwaryczna około 2,5 tysiąca dolarów), a do 1835 roku wyszło dalszych pięć. Podobnie jak w *Mechanice nieba*, znajdziemy tam, ale podane w raczej popularny sposób, rozważania o ruchu planet, przyplływach morza, przejściu światła słonecznego przez atmosferę, o grawitacji,

perturbacji ruchu Ziemi spowodowanej ruchem oceanów czy skutkach zderzenia Ziemi z kometa. Są tam też historyczne uwagi o astronomii i hipotezy powstania Układu Słonecznego. Wiele fragmentów poświęconych jest filozofii fizyki. Jako ciekawostkę warto dodać, że Laplace bazując na newtonowskiej teorii grawitacji i korpuskularnej teorii światła udowodnił istnienie tzw. „czarnej dziury”. Nie jest to dokładnie ten sam obiekt, o którym teraz głośno w różnych popularnych książkach poświęconych kosmologii; dla Laplace’a była to masywna gwiazda, na której siła grawitacji jest tak duża, że korpuskuły światła nie mogą opuścić jej powierzchni, a tym samym jest ona niewidoczna dla obserwatora. Nie była to oryginalna idea Laplace’a, a raczej popularyzacja pomysłu angielskiego filozofa i astronoma Johna Michella.

W tomie IV *Mechaniki nieba* napisanym około 1804 roku, Laplace sformułował program badawczy, któremu był wierny przez całe życie. Program ten był jedną z pierwszych prób unifikacji nauki. Jego podstawowy postulat polegał na tym, że wszystkie zjawiska fizyczne mogą być zredukowane do analiz oddziaływań molekuł między sobą a analiza tych oddziaływań musi być bazą matematyczną teorii tych zjawisk.

Laplace był skrajnym deterministą. Zacytujmy jeden z fragmentów jego dzieła: „Możemy uważać, że obecny stan Wszechświata jest wyznaczony przez jego przeszłość i jednoznacznie wyznacza jego przyszłość. Umysł, który w danym momencie znałby wszystkie siły natury i aktualne położenia wszystkich ciał składających się na Wszechświat, mógłby jednym wzorem opisać ruch wszystkich ciał w Kosmosie, od tych najcięższych do najlżejszego atomu. Dla takiego umysłu nic

Laplace jako pierwszy udowodnił istnienie tzw. „czarnej dziury”.

nie byłoby niewiadomym i całą przyszłość i przeszłość miałby przed swymi oczyma”. Korzenie tak pojętego determinizmu sięgają w daleką przeszłość do czasów Sokratesa. Ten wszechwiedzący znający całą historię Wszechświata nazwany został na cześć jego twórcy „demonem Laplace’a”. Zapewne słowo „demon” zastąpione zostałoby słowem „Bóg” gdyby nie, powszechnie znana, treść rozmowy między Laplacem i Napoleonem Bonaparte. Oddajmy głos Napoleonowi „Panie Laplace, mówią, że napisałeś olbrzymie dzieło o systemie Wszechświata, i nigdzie nawet nie wspomniałeś w nim o Bogu”. Laplace, człowiek politycznie giętki, jeśli jednak szło o zapatrywania filozoficzne nie uznający kompromisów, odpowiedział „Panie, nie potrzebowałem uciekać się do tej hipotezy”. Słowa te przytaczane są prawie tak często jak wypowiedziane przez Galileusza „A jednak się kręci” przy różnych dysputach o wzajemnych relacjach nauki i wiary.

Nieco mniej znany jest dalszy ciąg tej historyjki. Napoleon zdumiony nieco odpowiedzią Laplace’a opowiedział o wszystkim Lagrange’owi, który miał to skomentować słowami „Ah, jaka szkoda, to taka piękna hipoteza, która wszystko wspaniale wyjaśnia.”

Laplace położył duże zasługi w reformowaniu szkolnictwa wyższego we Francji. W sierpniu 1794 roku wszystkie szkoły wyższe w Paryżu zostały zamknięte. W grudniu 1794 roku powołano słynną dzisiaj Ecole Polytechnique. Wtedy była to szkoła trzyletnia przygotowująca kadry do służby publicznej i wojsk inżynieryjnych. Pomyślana też była jako szkoła przygotowująca studentów do bardziej specjalistycznych uczelni technicznych. Wielu znanych matematyków pracowało w jej murach. G. Monge był profesorem geometrii, J. Lagrange pierwszym profesorem



*Laplace w czasach napoleońskich*

analizy. Wykładał również J. Fourier zanim nie wybrał się w 1798 roku z Napoleonem do Egiptu. To właśnie on był jednym z adresatów rozkazu Bonaparte’go „Osły i uczeni na tyły” wydanego w czasie ataku Mameluków na oddziały francuskie. Laplace formalnie nie był wykładowcą, lecz tylko egzaminatorem.

Warto napisać parę słów o organizacji tej elitarniej szkoły. Studentów do niej werbowano z całej Francji. Egzaminatorzy jeździli po kraju i przez całe lato i wczesną jesień przeprowadzali testy i zbierali rekomendacje. Przygotowane przez nich dokumenty analizowała komisja, którą tworzyli Lagrange, Laplace i Legendre. W latach 1794–1795 przyjęto około 400 studentów. Później ta liczba spadła do około 100–160 rocznie. Jak się wydaje, status materialny nie miał wpływu na przyjęcie na uczelnię, statystyka z 1799 roku na to wskazuje: obliczono, że wśród studentów było 160 biednych, 75 średnio zamożnych i 39 bogatych. Opłat za studiowanie nie pobierano, były też stypendia około

1200 franków rocznie. Aby dać wyobrażenie o ówczesnej sile nabywczej tej kwoty dodajmy, że średnia roczna pensja profesora wynosiła około 6000 franków, co według opinii współczesnych pokrywało 40% kosztów życia na godziwym poziomie. Wspomniany Fourier zarabiał 5000 franków, a Monge nauczał bez żadnego wynagrodzenia. Zastanawiające, że relacje między pensją profesora uniwersytetu a kosztami utrzymania nie zmieniły się od czasów Rewolucji Francuskiej.

Wróćmy do organizacji szkoły. Nosila ona typowo wojskowy charakter. Studenci podzieleni byli na osiemnastuosobowe drużyny. Dla matematyków i inżynierów program studiów obejmował rachunek różniczkowy i całkowy, mechanikę, geometrię, architekturę i fortyfikacje, rysunek techniczny, budowę maszyn, astronomię, fizykę i chemię.

Były też takie przedmioty jak higiena, gramatyka i języki obce, na ogół angielski lub niemiecki. Wykłady odbywały się codziennie za wyjątkiem niedziel od października lub listopada do czerwca lub lipca.

W 1799 roku Laplace został mianowany przez Napoleona ministrem spraw wewnętrznych. Energicznie zabrał się za reformowanie szkolnictwa. Między innymi wprowadził spore zmiany funkcjonowaniu Ecole Polytechnique. Dotyczyły one głównie spraw administracyjnych, ale nie tylko. Zmniejszył między innymi liczbę lat studiów z 3 do 2.

Niezbyt długo cieszył się urzędem ministra. Sześć tygodni po jego objęciu został odwołany.

Napoleon podsumował jego urzędowanie następującymi słowami: „Pierwszorzędny uczonego geometra Laplace, szybko okazał się marnym administratorem. Od samego początku widzieliśmy naszą pomylkę. Laplace nie rozwiązał żadnego

problemu we właściwy sposób: wszędzie szukał subtelności, mając tylko bardzo mgliste pomysły wprowadzał matematyczną koncepcję »nieskończenie małych« do administracji”.

Bardzo jednoznacznie oceniali współcześni postawę polityczną Laplace’a. Nawet bardzo mu życzliwi zarzucali mu koniunkturalizm i serwilizm. Rewolucja obdarzyła go różnymi zaszczytami. Jak wspomnieliśmy, w czasie konsulatu był ministrem a później senatorem.

Od Napoleona w 1811 roku otrzymał tytuł hrabiego, ale w 1814 oddał głos za jego obaleniem.

Za Burbonów otrzymał tytuł markiza. Jednym słowem, nigdy nie zmieniał poglądów, zawsze był z władzą, dzięki temu dostąpił najwyższych zaszczytów i prawdopodobnie uratował głowę.

Zmarł w Paryżu 5. marca 1827 roku. Na łożu śmierci miał powiedzieć „Wszystko, co wiemy, to tylko drobna cząstka tego, co nie jest nam znane”.

#### TADEUSZ NADZIEJA

profesor Uniwersytetu Zielonogórskiego



#### LITERATURA

- [1] C.C. Gillispie, *Pierre-Simon Laplace, 1749–1827: A Life in Exact Science*, Princeton Univ. Pr., 1997.
- [2] I. Grattan-Guinness, *Convolutions in French Mathematics 1800–1840*, Birkhäuser, 1990.
- [3] A. P. Juszkiewicz, *Historia matematyki*, tom III, PWN, Warszawa 1977.
- [4] M. Kordos, *Wykłady z historii matematyki*, WSiP, Warszawa 1994.
- [5] H. Roger, *Pierre-Simon Laplace, 1749–1827: A Determined Scientist*, Harvard Univ. Pr., 2005.