

Mirosław Lachowicz, prof. dr hab.  
Instytut Matematyki Stosowanej i Mechaniki  
Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki  
Uniwersytet Warszawski  
ul. Banacha 2, 02-097 Warszawa

Warszawa, 2 lutego 2026

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

„Decoding viral infections and cellular signalling via mathematical modelling”, napisanej przez pana **Frederica Grabowskiego** w IPPT PAN.

Przed przejściem do właściwej recenzji, chciałbym uwypuklić poniższe punkty

- O tym, że jestem recenzentem omawianej rozprawy, dowiedziałem się po przeszło 3 miesiącach od powołania mnie do tej roli przez RN IPPT PAN w dniu 9 października 2025.
- Dostarczona mi kopia uchwały nr RN.0001.6.2025.UD.75 dotyczy sprawy „nadania stopnia doktora habilitowanego” i informuje, że RN IPPT zatwierdziła zmianę w składzie Komisji Habilitacyjnej. Założyłem, że jest to „przejęzyczenie” i zostałem powołany na **recenzenta rozprawy doktorskiej**, zgodnie z pozostałymi dokumentami.
- Jestem profesorem matematyki i zakres moich kompetencji dotyczy tej dziedziny. Nie jestem, jednak specjalistą z zakresu statystyki.

Szczególnie podkreślam ostatni punkt, gdyż będzie to istotnie rzutowało na moją opinię.

RECENZJA SKŁADA SIĘ Z 8 STRON. KAŻDA STRONA JEST  
PODPISANA

Mirosław Lachowicz

Rozprawa doktorska „**Decoding viral infections and cellular signaling via mathematical modelling**”, napisana przez pana **Frederica Grabowskiego**, pod kierunkiem promotora profesora **Tomasza Lipniackiego** i promotora pomocniczego doktora **Marka Kochańczyka**, w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, jest bardzo obszerna – ponad 270 stron, składa się z wprowadzenia, 11 rozdziałów, z których część to różnego typu oświadczenia oraz dołączonych 9 prac naukowych opublikowanych w dobrych, lub bardzo dobrych czasopismach oraz 1 pracy będącej w formie preprintu i umieszczonej w odpowiedniej bazie w internecie. Wspomniane prace opublikowane ukazały się w takich czasopismach, jak *PLOS Pathogens* (140 punktów), *Math. Modelling Natural Phenom.* (40 punktów), *Royal Society Open Science* (100 punktów), *Viruses* (100 punktów), *J. Royal Society Interface* (100 punktów), *Sci. Reports* (140 punktów) oraz, jak rozumiem, w proceedingsach *Adv. Neural Information Processing Syst.* i *Trans. Machine Learning Research*, których rangi nie umiem ocenić. Punktację ministerialną podałem, by w ten sposób **oszacować** opinię środowiska o wymienionych czasopismach.

Pierwsze wrażenie jest takie, że rozprawa jest napisana w hermetyczny sposób. Styl przypomina prace naukowe w czasopiśmie, czyli jest napisana tak, jakby była kierowana do wąskiego grona bezpośrednio zainteresowanych ekspertów w danej dziedzinie. W przypadku rozprawy doktorskiej oczekiwałbym szerszego kontekstu rozpatrywanych struktur. Załączone artykuły, siłą rzeczy, muszą mieć ten charakter, to wstęp i omówienie wyników powinno być wprowadzeniem w tę obszerną i różnorodną tematykę. Szczególnie biorąc pod uwagę interdyscyplinarny charakter rozprawy.

Obszerność pracy powoduje pewne problemy z układem pracy: numeracja stron nie jest właściwa. Na przykład, według spisu treści, lista artykułów wchodzących w skład rozprawy jest na stronie 35, a naprawdę strona jest numerowana jako 37. Dołączone pracę mają jedynie numerację pochodzącą z czasopisma.

Wszystkie załączone prace mają kilku autorów/autorek, przy czym w większości prac współautorami byli promotor i promotor pomocniczy. Sytuację wkładu naukowego do poszczególnych prac wyjaśnia ostatni rozdział (ponoć na stronie 253, ale trudno to stwierdzić). Wynika z niego, że wkład autora do wszystkich załączonych prac był znaczny. Wkład ten w owym rozdziale jest dokładnie omówiony i, jak sądzę, ujmuje typową sytuację, że współczesna nauka (poza szczególnymi przypadkami) rozwija się w grupach badawczych, czasami licznych. Jako matematyk nie podejmuję się rozszy-

*Mirosław Lechowicz*

frowywania kodu kolejności autorów (podobnie, jak przedstawiciele innych dziedzin nie chcą uznać, że w matematyce tradycyjnie stosuje się najczęściej kolejność alfabetyczną). Odnoszę jedynie, że w połowie przypadków pan F. Grabowski jest pierwszym autorem i w połowie — drugim. Należy podkreślić, że zbiór artykułów w rozprawie to bardzo znaczny dorobek, i zapewne, w niektórych dziedzinach, mógłby być oceniany, jako bliski habilitacji.

Formalnie rzecz biorąc, rozprawa w większości nie stanowi wkładu do matematyki: nie ma w niej rozumowań typowych dla matematyki, a i wyniki nie są formułowane tak, jak formułuje się je w matematyce. Bibliografia cytowana, zarówno do ogólnego opisu, jak i poszczególnych prac, nie zawiera prac o naturze matematycznej (na ile się zorientowałem). Dotyczy to nawet bibliografii do pracy 3 z czasopisma *Math. Modelling Natural Phenom.*

Powyzsze uwagi nie odnoszą się do ostatniej części rozprawy — prac 9 i 10 dotyczących teorii informacji, a więc raczej nie związanej z poprzednimi częściami rozprawy — przynajmniej ja ścisłego związku nie widzę. Chciałbym wyrazić opinię, że nawet te dwie prace mają charakter bliższy typowym rozważaniom w informatyce, niż w matematyce. Niemniej poziom hermetyczności tych prac jest nawet większy niż pozostałych 8 prac składających się na rozprawę.

Termin „*modelowanie matematyczne*” w tytule rozprawy odnosi się do formułowania struktur matematycznych opisujących zjawiska interesujące autora rozprawy, ich analizę numeryczną oraz opracowanie statystyczne danych. Chcę podkreślić, że są to istotne elementy współczesnego opisu zjawisk przyrodniczych (i nie tylko).

Obfity materiał naukowy, pochodzący z 10 różnych publikacji, jest streszczony na kilku początkowych stronach, co, moim zdaniem, nie daje właściwego przeglądu otrzymanych wyników i ich relacji do istniejących wcześniej podejść. W zasadzie jest to skrótowe powtórzenie zawartości prac. Jaki sens ma wypisywanie symboli bez ich wprowadzenia? Oczekiwałbym przynajmniej podjęcia próby syntezy całości. Rola recenzenta, w przypadku tej rozprawy, nie jest lekka.

Moje wrażenie jest takie, że sposób prezentacji jest bardzo hermetyczny. Czytelnik (ja) musi wykonać olbrzymi wysiłek, aby przebrnąć przez rozważania autorów. Obawiam się, że nie jest to wcale łatwiejsze dla specjalisty z procesów, których dotyczy rozprawa. Nie widzę tu jasnego schematu: cel, odniesienie do istniejącej literatury, otrzymany wynik, a przede wszystkim uzasadnienie dlaczego podejście jest lepsze od innych podejść. Nawet, biorąc pod uwagę, że jest to „delikatny punkt” uważam, że należy się postarać. Oczy-

*Miroslaw Lechowicz*

wiście, we współczesnej nauce (może poza niektórymi działami matematyki) ten idealny schemat jest bardzo trudny do osiągnięcia. Niemniej uważam, że należy do niego dążyć, szczególnie biorąc pod uwagę „zalew” różnych prac. Powyższe uwagi uzupełnię o moje refleksję dotyczące bardzo ważnej tematyki, jaką jest modelowanie epidemii, spowodowane pandemią COVID-19 i próbami środowiska naukowego poradzenia sobie z tym wyzwaniem. Autor i jego współautorzy drugiej części rozprawy, byli czołowymi przedstawicielami badaczy starających się opisać pandemię. Ich badania spotkały się z istotnym przyjęciem przez środowisko naukowe. Z perspektywy czasu, uważam, że warto by było przyjrzeć się dokładniej, jak środowisko naukowe dało sobie radę z tym wyzwaniem. Podobnie jak zapewne większość współautorów prac składających się na rozprawę, otrzymałem liczne prace do recenzji dotyczące COVID-19. Ich charakter w większości był podobny — punktem wyjścia był słynny model SIR zaproponowany prawie 100 lat temu i odniesiony do kompletnych danych w czasie epidemii ze wsi Eyam (w Derbyshire) w XVII wieku (a więc w czasach Newtona). Czy ten prosty model, po niezbędnych modyfikacjach, wyraża istotę epidemii tak specyficznej jak COVID-19? Czy nie jest to tak, że „szukamy pod latarnią, bo potrafimy”? Chciałbym, by autorzy prac zmierzili się z tym banalnym pytaniem. Fakt, że zmodyfikowany model się „fit-uje” do danych eksperymentalnych, mało mnie podnieca, bo z dużą liczbą swobodnych parametrów „fit-owały” się równie dobrze do gorączki złota w USA, na przykład, lub tysiąca innych procesów. Nie chcę tym umniejszyć dokonaniom grupy badawczej w identyfikacji istotnych czynników pandemii. Chciałbym natomiast mieć jasny obraz sytuacji, a mam wrażenie, że go nie mam.

Powyższe uwagi mogą się wydać zbyt idealistyczne i nierealistyczne. Jednakże odnoszę je do czołowych przedstawicieli tej dziedziny na świecie. Mam więc prawo wymagać! Szczególnie kandydat na doktora powinien podjąć próbę syntezy sytuacji, dla własnego naukowego dobra.

Osobiście przedkładałbym metody jakościowe nad ilościowe w opisie złożonych procesów biologicznych, lub medycznych („wierzę w matematykę”). Mam tu silne wsparcie ojca biomatematyki — Vita Volterry — zainteresowanych odsyłam do popularno-naukowego artykułiku „Biomatematyka - instrukcja obsługi” w Delcie 10, 2021, gdzie można znaleźć cytaty z wypowiedzi V. Volterry (oryginalna wypowiedź była po włosku i chyba nie ma tłumaczenia na język angielski). O ile w fizyce zdarzył się cud (odwołując się do słynnej opinii E.P. Wignera z 1960 roku) zgodności ilościowej, to w biologii i medycynie nie możemy oczekiwać na powtórzenie się tego cudu.

Miroslaw Lachowicz

W procesie modelowania procesów rzeczywistych, nie należy zapominać, że każdy model jest tylko pewnym przybliżeniem (jest „falszerstwem”, czasami „użytecznym”, zgodnie ze słynnym bon motem). Niby wszyscy to wiedzą, ale lubią o tym zapominać.

Po tych uwagach ogólnych wracam do omówienia struktury rozprawy. Rozprawa składa się z 3 części.

Pierwsza dotyczy oddziaływania wirusów z komórkami organizmu zaatakowanego — prace 1 i 2.

Standardowo punktami wyjścia modelowania są układy równań różniczkowych zwyczajnych, a użycie metod stochastycznych wiąże się z zastosowaniem do symulacji numerycznych — por. praca 3, str. 10. W tym kontekście, nie rozumiem, dlaczego Autor stwierdza (zarówno po angielsku, jak i po polsku), że interesuje go „*poziom komórkowy*” - tak naprawdę nie ma do czynienia z oddzielnymi komórkami w tym podejściu. Gdyby tak było — miałyby zapewne różne charakterystyki komórek, raczej nie przystające do modeli kompartmentowych. W każdym razie, dokładniejszego wyjaśnienia tego aspektu brakuje mi w rozprawie — uzasadnienia, a nie nazywania.

Druga część rozprawy, to modelowanie epidemii, w odniesieniu do pandemii COVID-19. Modelowanie jest tutaj podobne do tego zaprezentowanego w poprzedniej części. Warto podkreślić, że w trudnym okresie pandemii, autorzy byli w awangardzie naukowej w próbie opisu i zrozumienia „dynamiki” pandemii. Nie dziwi zatem, że prace wchodzące w tę część (prace 3–6) zostały istotnie zauważone w środowisku naukowym i są licznie cytowane.

Trzecia część rozprawy, złożona z prac o numerach 7–10, bada różne aspekty sygnalizacji komórkowej oraz teorii informacji. Istotną rolę odgrywa tu zastosowanie analizy statystycznej. Część ta dotyczy weryfikacji estymatorów informacji wzajemnej. Proponuje się testy porównawcze. Rozważania dotyczą m. in. sztucznych sieci neuronowych. Przedostatnia, 9, praca rozprawy dotyczy estymatorów informacji wzajemnej. Jej motywacja związana jest z tym, że analiza najczęściej bazuje na wielowymiarowych rozkładach normalnych. Autorów interesuje jak skonstruować rodzinę zróżnicowanych rozkładów o znanej wzajemnej informacji. W pracy jest omówiona stosowność i ograniczenia estymatorów klasycznych i neuronowych. Podane są też wskazówki dla zastosowań tych metod i wyboru odpowiedniego estymatora. W ostatniej pracy, 10, rozprawy wprowadza się Bayesowski estymator informacji wzajemnej. Bada się punktowe profile informacji wzajemnej, określając je za pomocą wielowymiarowych rozkładów normalnych i proponuje rodzinę

modeli mieszanych. Stosuje się to podejście do realizacji zadań porównawczych w celu testowania estymatorów związanych ze ścieżką sygnałową, co zdaniem autorów, może mieć liczne zastosowania. Podaje się sposób na zastosowanie bayesowskich estymatorów informacji wzajemnej. Niestety, ta część rozprawy jest najgorzej opisana. Trudno tu przebrnąć przez rozważania autora. Liczba przeskoków jest tu zbyt duża. Niestety, obawiam się, że ta część może być również trudno dostępna nawet dla specjalistów. Oni, jednakże, zapewne rozumieli by sens używanych symboli. Nie wydaje mi się, że właściwe byłoby oczekiwanie w naukach jednak ścisłych, by czytelnik bazował na swoich niejasnych intuicjach. Na pocieszenie pozostają piękne i przemawiające obrazki w tej części.

Można zadać pytanie czy tematyka rozprawy nie jest zbyt rozległa. Czy nie byłoby lepiej (również dla recenzenta) jej skonkretyzowanie? Osobiście nie widzę istotnego powodu by łączyć wyniki dwóch pierwszych części rozprawy z trzecią. Obawiam się, że nadmiar materiału utrudnił Autorowi dokładniejsze przedstawienie stanu badań, celu i uzyskanych wyników w sposób bardziej komplementarny.

Istotną rolę w przeprowadzanych badaniach odgrywają eksperymenty przeprowadzane w laboratorium promotora (?) i ich „obróbka” statystyczna. Chciałoby się jednak poznać więcej szczegółów na ten temat.

Nie ulega wątpliwości, że badania naukowe, przedstawione w rozprawie, wymagają bardzo różnorodnej wiedzy i kompetencji. Jest to zdecydowanie działalność interdyscyplinarna, do której, moim zdaniem, należy przyszłość nauki. Rozprawa wymaga umiejętności używania struktur matematycznych do opisu zjawisk przyrodniczych, umiejętności przeprowadzania wyrafinowanych obliczeń komputerowych w nowych sytuacjach. Istotna jest znaczna wiedza biologiczna (medyczna), umiejętność przeprowadzenia doświadczeń i analizy otrzymanych danych, w tym użycia niebanalnych metod statystycznych. Wszystko to, jest obecnie w nauce głównym kierunkiem działań. Osobiście jestem ciekawy, jak na ten kierunek wpłynie sztuczna inteligencja (pamiętam aspekt czy nazwa ta jest uzasadniona).

To powyższe całkowicie uzasadnia fakt, że w takich badaniach musi uczestniczyć grupa naukowa, a nie jeden badacz. W przypadku ocenianej rozprawy, nie ulega wątpliwości, że wkład F. Grabowskiego jest znaczny i istotny.

Osobiście wolałbym, aby kosztem obszerności badań, autor pogłębił poszczególne aspekty jego podejścia, a przede wszystkim dołożył starań, by dokładniej omówić strategię działań. Inaczej pisze się artykuł naukowy —

*Mirosław Lachowicz*

skrótowo: dla specjalistów, czasami nielicznych — inaczej rozprawę doktorską, gdzie kandydat powinien pokazać, że potrafi wprowadzić czytelnika i uzasadnić swoje podejście, szczególnie w tak delikatnej materii, jak wybór odpowiedniej struktury matematycznej do rozpatrywanego procesu. Niestety, moim zdaniem, wstęp do rozprawy niewiele daje: pozostaje styl artykułów naukowych. No cóż, z gustami się nie dyskutuje!

Bardzo byłbym ciekaw (to tylko przykład, takich pytań jest więcej), jak zakończyła się „przygoda” z wariantami COVID-19: Alpha i Omikron. Co wynikało z tej analizy dla przyszłości i, czy przypadkiem, nie jest tak, że wiemy tyle, co przed badaniami. Rozumiem, że tak nie jest, ale chciałbym to wyraźniej zobaczyć. Niestety raczej jestem tu zdany na swoją interpretację, przy ograniczonej kompetencji (jak wiadomo niczyja kompetencja nie jest nieograniczona).

Na koniec warto napisać kilka słów o autorze rozprawy. Był olimpijczykiem z matematyki i fizyki. Ma licencjaty z informatyki (w roku 2019) i z matematyki (w roku 2021). Art. 186 ust. 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce pozwala na przyjęcie do szkoły doktorskiej osoby bez tytułu magistra, jeśli posiada ona tytuł licencjata/inżyniera i wybitny dorobek. Pan F. Grabowski ukończył odpowiednią szkołę doktorską w roku 2024.

Pomimo moich uwag krytycznych, uważam, że jest to bardzo ciekawa, oryginalna rozprawa. Autor wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną i był w stanie twórczo zastosować techniki modelowania, symulacji komputerowych oraz, przede wszystkim, elementów analizy statystycznej w istotnych procesach.

Biorąc pod uwagę obszerność rozprawy (dla mnie, jak stwierdziłem powyżej, niekoniecznie jest to tylko zaleta), niewątpliwy, ponadprzeciętny wkład naukowy pana F. Grabowskiego w badania, na których bazuje rozprawa, należy zadać pytanie o możliwe wyróżnienie przedstawionej rozprawy. Uwagi powyżej pokazują, że moje spojrzenie i oczekiwania różnią się od tych przedstawionych w rozprawie. Zatem uznając ponadprzeciętną wartość rozprawy, czułbym się jednak niekomfortowo proponując wyróżnienie.

#### Konkluzja:

Uważam, że **rozprawa ta spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku**

*Miroslaw Lachowicz*

Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w informatyce technicznej. Stawiam wniosek o dopuszczenie pana Frederica Grabowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*Mirosław Lachowicz*

Mirosław Lachowicz, prof. dr, hab.

02/02/2026