

prof. dr hab. Zbigniew Palmowski
Wydział Matematyki
Politechnika Wrocławska
ul. Janiszewskiego 14a
50-372 Wrocław

RECENZJA ROZPRAWY HABILITACYJNEJ
PROBLEMY OPTYMALNEGO ZATRZYMANIA
I ICH ZASTOSOWANIA
I DOROBKU NAUKOWEGO
DR. JANA PALCZEWSKIEGO

Kiedy otrzymałem od Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów powołanie do komisji habilitacyjnej w roli recenzenta trochę się zaniepokoiłem. Spojrzałem na nazwisko osoby, której dotyczy procedura i odetchnąłem. Wreszcie porządna habilitacja, pomyślałem.

Dr Jan Palczewski jest absolwentem Uniwersytetu Warszawskiego. Tytuł magistra otrzymał w 2001 roku, zaś stopień doktora nauk matematycznych uzyskał z wyróżnieniem w Instytucie Matematycznym Polskiej Akademii Nauk w 2005 roku na podstawie rozprawy doktorskiej zatytułowanej *"Portfele impulsowe: modelowanie, zabezpieczanie i optymalizacja"* przygotowanej pod kierunkiem prof. dr. hab. Łukasza Stettnera. Dr Palczewski, choć przez pewien czas zatrudniony na Uniwersytecie Warszawskim, po doktoracie pracuje na Uniwersytecie w Leeds (Wielka Brytania) obecnie na pozycji *Associate Professor*. Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) wynosi 40 a w Google Scholar 207. Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) wynosi 4 (a według Google Scholar 8). To średni wynik biorąc pod uwagę charakter prowadzonych badań. Był wykonawcą w grantach promotorskim (KBNu), wykonawcą w 3 grantach NCNowskich. Ze względu na pracę zagranicą nie można spodziewać się aby dr Palczewski był kierownikiem grantu z NCNu. Jest jednak kierownikiem grantu Heilbronn Institute oraz wykonawcą w grantach EPSRC. To ponownie dobry rezultat. Jan Palczewski otrzymał w 2006 roku Nagrodę Wacławka za rozprawę doktorską i wyróżnienie w 2007 roku w konkursie o Nagrodę Grzegorza Białkowskiego. To co bardzo dobrze świadczy o dr. Palczewskim to jego ogromna rozpoznawalność w środowisku osób zajmujących się stochastycznym sterowaniem i problemami optymalnego zatrzymania. Mimo młodego wieku jest zapraszany do wygłoszenia referatów na najlepszych konferencjach. Takie referaty wygłosił między innymi podczas: SIAM Conference on Control and Its Applications, International Congress on Industrial and Applied Mathematics, SIAM Conference on Financial Mathematics, A symposium on

optimal stopping (Houston, USA) czy też 14th Viennese Conference on Optimal Control and Dynamic Games. Dotychczas wygłosił 31 referatów w wielu miejscach na świecie. W wielu rozmowach z innymi matematykami osoba Jana Palczewskiego była często wymieniana a wszystkie te osoby mówiły o jego osiągnięciach w sanych superlatywach. Od 2008 roku Jan Palczewski był promotorem 7 prac magisterskich na Uniwersytecie Warszawskim i 23 prac magisterskich na Uniwersytecie w Leeds. Był głównym promotorem rozpraw doktorskich Zhidi Du (w 2014 roku) i Zeyu He (w 2018 roku). Był również promotorem pomocniczym w przewodach doktorskich Huamao Wang, Tongya Wang i James Fung. Dodatkowo obecnie jest głównym opiekunem dwóch doktorantów (Alessandro Balaty i Nikity Merkulova) oraz pomocniczym dla trzech innych osób. To rezultat wyjątkowy biorąc pod uwagę wiek dr. Palczewskiego. Dr Jan Palczewski był na trzech stażach zagranicznych: w Hausdorff Institute (Bonn, Niemcy), w Norwegian Business School NHH (Bergen, Norwegia) i w Vienna University of Technology (Wiedeń, Austria). Był recenzentem dla NCNu i dla EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council, Wielka Brytania). Był też recenzentem dla bardzo wielu czasopism. Wielu z nas pamięta Jana z czasów kiedy pomagał w organizacji konferencji z probabilistyki w Będlewie, ale dr Jan Palczewski współorganizował również Conference on Stochastic Control, Ambiguity and Games (Leeds) i 2nd Leeds Conference on Stochastic Control and Games under Ambiguity. Jest więc osobą z pewnością aktywną na polu organizacji i dydaktyki. Dr Jan Palczewski ma swoją tematykę badawczą, z którą jest kojarzony, w której jest rozpoznawalany i w której niewątpliwie odnosi sukcesy pisząc ważne prace. Jest nią optymalne sterowanie i teoria optymalnego zatrzymania. Jest współautorem 22 publikacji. To oczywiście bardzo dobry wynik. Proszę jednak pamiętać, że minęło około 14 lat od doktoratu a zatem znacznie więcej niż to bywa zwykle u osób składających rozprawę habilitacyjną. Większość artykułów jest publikowana w czasopismach o dużych indeksach bibliometrycznych. Są tam czasopisma, o których nie słyszałem (jak np. Journal of Chemical Information and Modeling z IF=3.804 czy też Energy Economics z IF = 3.910) oraz czasopisma, które bardzo dobrze znam (jak np. European Journal of Operational Research z IF=3.428 czy też SIAM Journal on Control and Optimization z IF = 1.594, Stochastic Processes and Their Applications z IF = 1.056). To co mi się bardzo podoba w złożonej habilitacji to to, że dr Palczewski w skład osiągnięcia naukowego podał publikacje z czasopism ogólnie szanowanych (a niekoniecznie z najlepszym IF czy SNIP). Pokróćce opiszę dokładnie te właśnie osiągnięcie naukowe a potem przejdę do oceny pozostałego dorobku badawczego.

Omówienie i ocena rozprawy habilitacyjnej.

Habilitant zajmuje się problemami optymalnego zatrzymania czyli poszukiwaniem wartości funkcji

$$w(x) = \sup_{\tau \in \mathcal{T}} \mathbb{E}_x \left[\int_0^\tau e^{-\int_0^t r(X_u) du} f(X_t) dt + e^{-\int_0^\tau r(X_u) du} g(X_\tau) \right]$$

dla rodziny czasów zatrzymania \mathcal{T} względem pewnej filtracji \mathcal{F}_t i procesu Markowa X , gdzie indeks dolny przy wartości oczekiwanej oznacza, że $X_0 = x$. W tej teorii próbuje się też dokonać identyfikacji (jeśli istnieje) optymalnej reguły τ^* realizującej powyższe supremum. Czasami w biera się skończony lub losowy horyzont czasowy T , co oznacza, że koncentrujemy się na $\tau \leq T$. Ogólna teoria mówi, że przy pewnych dodatkowych założeniach τ^* jest pierwszym momentem wejścia do zbioru zatrzymania $D = \{y : w(y) = g(y)\}$ a funkcja wartości rozwiązuje pewne równania lub nierówności HJB. Problem polega z identyfikacją owych 'ogólnych' założeń. Są możliwe dwie drogi: analityczna poprzez tak zwane rozwiązania lepkościowe równania HJB lub poprzez pojęcie obwiedni Snella i podejście martyngałowe. Rozważa się też często sterowanie impulsowe, gdzie funkcjonał

$$\mathbb{E}_x \left[\int_0^\infty e^{-\alpha t} f(X_t) dt + \sum_{i=1}^\infty e^{-\alpha \tau_i} c(X_{\tau_i}, \xi_i) \right]$$

maksymalizuje się po rosnących czasach zatrzymania τ_i i \mathcal{F}_{τ_i} -mierzalnych zmiennych losowych ξ_i . Teoria tutaj jest do pewnego stopnia równoległa do klasycznej.

Pracy [H1] opublikowana w SIAM Journal on Control and Optimization razem z profesorem Stettnerem, bada problemy optymalnego zatrzymania dla nieciągłej funkcji wypłaty g i słabego procesu Feller'a X oraz skończonego horyzontu czasowego T . Autorzy pokazują, że nie zawsze istnieją optymalne czasy zatrzymania i rozważają wtedy tzw. ϵ -optymalne czasy zatrzymania. Podają również warunki wystarczające na funkcję wypłaty aby optymalne czasy zatrzymania istniały w standardowej formie. Dodatkowo dla pewnej nieciągłej funkcji wypłaty udowadniają ciągłość funkcji wartości (nie tylko względem x ale również względem T). To bardzo ważne z punktu widzenia identyfikacji tej funkcji w konkretnych przypadkach. Druga część tej pracy stosuje tę teorię do badania problemu sterowania impulsowego na skończonym horyzoncie czasowym, gdy wymagana jest stała przerwa pomiędzy kolejnymi impulsami. Podana zostaje równoważna reprezentacja problemu sterowania impulsowego jako skończonego układu problemów optymalnego zatrzymania z parametrem i w oparciu o ten rezultat skonstruowano optymalną strategię impulsową. Artykuł opublikowany jest czołowym czasopiśmie zajmującym się teorią sterowania i problemami optymalizacyjnymi a prof. Stettner deklaruje swój udział w projekcie na poziomie 50 procent.

Praca [H2] jest opublikowana w Stochastic Processes and Their Applications razem z prof. Stettnerem. Zajmuje się problemami typu 'cap' gdzie horyzont czasowy, na którym operują czasy zatrzymania, jest albo stały, albo jest pierwszym momentem wyjścia ze zbioru otwartego. Założenia na proces i zbiór są minimalne. Rozważa się 3 problemy optymalizacyjne. Praca oparta jest na probabilistycznej technice kary, która wprowadza pewną zmodyfikowaną funkcję wartości w^β , która zbiega do funkcji wartości w jak $\beta \rightarrow +\infty$. Koncentruje się na badaniu ciągłości również przy brzegu rozważanego otwartego zbioru tworzącego cap. Bardzo podoba mi się ta praca. Może dlatego, że porusza nieco mniej klasyczne zagadnienia. Moim zdaniem niesie też za sobą ogromny potencjał zastosowań. Sprawdziłem jej dowody i nie znalazłem żadnego błędu. Praca, mimo, że bardzo techniczna, jest bardzo

też dobrze zredagowana. Pokazuje też ogromne umiejętności dowodzeniowe habilitanta. Mamy w niej szereg nietrywialnych szacowań i ładnych martyn-gałowych argumentów. Prof. Stettner napisał "Praca [2] powstała w wyniku wspólnej pracy przy tablicy" (wkład został oceniony na 50 procent).

Praca [H3] również została opublikowana w *Stochastic Processes and Their Applications* razem z prof. Stettnerem, który deklaruje swój udział na poziomie 50 procent. Artykuł ten rozważa problem optymalnego zatrzymania bez dyskonta (to znaczy stopa dyskonta r jest równa zero) lub kiedy funkcjne dyskontowanie nie jest odcięta od zera. Teoria jest znana do pewnego stopnia dla jednostajnie geometrycznie ergodycznych procesów Fellera. W [H3], przy pewnych założeniach wykluczających jednostajnie geometryczną ergodyczność, udowodniono, że $\tau_\epsilon = \inf\{t \geq 0 : w(X_t) - \epsilon \leq g(X_t)\}$ jest ϵ -optymalnym czasem zatrzymania, zbadano ciągłość funkcji wartości i udowodniono, że jest ona lepkościowym rozwiązaniem odpowiedniego problemu wariacyjnego. To też bardzo ładna i techniczna praca, chociaż być może sposób dowodzenia już bardziej przypomina klasyczne pozycje w literaturze optymalnego sterowania.

Praca [H5] opublikowana w *SIAM Journal on Control and Optimization* razem z profesorem Stettnerem, jest podobna do poprzedniej ale zajmuje się impulsowym sterowaniem.

Wreszcie praca [H4] jest opublikowana w *European Journal of Operational Research*. To bardzo dobre czasopismo zajmujące się badaniami operacyjnymi o bardzo wysokich współczynnikach bibliometrycznych, które wskazują na coś według Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Osoby, które wiedzą na co, mogą więc tą powyższą informację jakoś wykorzystać. I choć wiemy, że wysoki na przykład IF nie zawsze idzie w parze z solidnością i jakością naukową, to w tym przypadku praca jest na prawdę bardzo wartościowa i bardzo mi się podoba. Współautorem artykułu jest John Moriart, który napisał: "We jointly conceived the model, using which we studied optimal strategies for the management of an electricity storage device for the provision of ancillary services to the power grid. We jointly undertook the development of the paper and the electronic appendix with the exception of Section 3. There, Subsections 3.1, 3.2, 3.3 and a larger part of results in Subsection 3.4 are due to Jan.". Artykuł dotyczy tzw. rynków bilansujących energii elektrycznej i zapewnienia rezerwy operacyjnej z wykorzystaniem baterii. Kontrakty rezerwy operacyjnej mogą być bowiem opisane jako instrumenty pochodne ale z fizycznym rozliczeniem. Pierwszą ogromną wartością tej pracy jest stworzenie właściwego modelu i przetłumaczenie problemu rzeczywistego na sformułowanie matematyczne, które w tym przypadku przyjmuje postać problemu sterowania impulsowego z funkcjonałem

$$\mathbb{E}_x \left[\sum_{i=1}^{\infty} \left(e^{-r\tau_i} (p_c - f(X_{\tau_i})) + e^{-r\sigma_i} K_c \right) \right],$$

gdzie X_t opisuje poziom zbilansowania systemu energetycznego, f jest funkcją wyceniającą, τ_i są momentami stopu takimi, że $\tau_{i+1} \geq \sigma_i$ dla $\sigma_i = \inf\{t \geq \tau_i : X_t \leq x^*\}$. Stała p_c jest premią otrzymywaną, gdy opcja jest sprzedawana na rynku, zaś K_c jest opłatą otrzymaną w momencie wykonania opcji. W tej pracy rozważa się proces X_t będącym ruchem Browna i $f(x) = D + de^{-bx}$, więc

przy dość szczególnych założeniach. Trzeba jednak koniecznie podkreślić, że rozważany problem nie jest standardowy i bardzo nietypowy. Na początku, korzystając z wklęsłości funkcji wartości, przy dozwolonym tylko jednym impulsie, znaleziono optymalną strategię. Później autorzy udowadniają, że funkcja wartości jest jedynym punktem stałym pewnego operatora podanego w sposób jawny w przestrzeni funkcji ciągłych nieujemnych, dla których zbiór stopu jest zawarty w $(x^*, 1)$. W pracy przedstawiono też badania numeryczne. Artykuł zawiera złożone dowody, co więcej, w rozdziale drugim odchodzące od standardowych argumentów (co zwiększa wartość przeprowadzonych badań). Uzyskane rezultaty są niezwykle interesujące.

Wszystkie prace złożone jako osiągnięcie habilitacyjne zawierają ciekawe i trudne rezultaty. Osiągnięte rezultaty robią bardzo korzystne wrażenie. To co mogłoby zwiększyć i tak bardzo wysoką ocenę przeprowadzonych badań, to większa ilość publikacji bez udziału byłego promotora pracy doktorskiej.

Ocena pozostałego dorobku naukowego.

Dr Palczewski jest autorem łącznie 17 publikacji nie wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej. To bardzo dobry wynik przypominający raczej dawne habilitacje a nie te odbywające się obecnie. Mamy wśród nich też prace dotyczące uczenia maszynowego (8 prac) czy też ekonomii (4 prace). Poziom matematyczne tych prac jest różny. Można łatwo zgadnąć, że niektóre te prace mają też wysokie wskaźniki bibliometryczne. Mnie z kolei najbardziej spodobała się praca opublikowana w bardzo dobrym *Applied Mathematics and Optimization*. Niestety jest ona częścią rozprawy doktorskiej. W tej części dorobku pojawia się wiele nowych nazwisk współautorów, co pokazuje umiejętność współpracy dr. Palczewskiego, co tak rzadko jest doceniane w środowisku matematycznym.

Ocena.

Nie ulega według mnie najmniejszej wątpliwości, iż dr Jan Palczewski jest matematykiem dojrzałym do tego by prowadzić samodzielne badania naukowe. Z wielu dyskusji naukowych jakie przeprowadziłem z habilitantem wyniosłem nieodparte wrażenie, że jest to jeden z najlepszych polskich matematyków młodego pokolenia zajmujących się probabilistycznymi zastosowaniami. Posiada ogromną wiedzę, jest precyzyjny i nie obawia się mierzyć się z trudnymi problemami matematycznymi. Wiem, że moją bardzo pozytywną opinię podzielają inni znani matematycy. Jego dorobek wykracza również poza standardowy wymagania stawianym rozprawom habilitacyjnym, a fakt publikowania w czołowych czasopismach matematycznych tylko potwierdza wysoką rangę przeprowadzonych badań.

Podsumowując, uważam, iż dorobek naukowy dr. Jana Palczewskiego jak

i rozprawa habilitacyjna w pełni uzasadniają wniosek o dopuszczenie go do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

Wrocław, dnia 09 luty 2019