

Prof. dr hab.
Marek Balcerzak
Instytut Matematyki
Politechniki Łódzkiej

Łódź, dn. 12 listopada 2012 r.

Recenzja wyróżnionego cyklu publikacji i pozostałego dorobku naukowego doktora Piotra Szucy

Dorobek naukowy doktora Szucy składa się z 20 artykułów naukowych, z czego 5 publikacji stanowi jednotematyczny cykl zatytułowany "Zbieżność ideałowa ciągów i jej zastosowanie w teorii funkcji rzeczywistych i kombinatoryce" odpowiadający rozprawie habilitacyjnej. Będę odwoływał się do prac zgodnie z numeracją podaną przez Habilitanta w autoreferacie.

Omówienie wyników cyklu publikacji

Wszystkie publikacje omawianego cyklu ukazały się w czasopismach o wysokim wskaźniku IF znajdujących się w bazie JCR (nieco niższy wskaźnik IF dotyczy czasopisma, w którym ukazała się praca [5]). Prace [1]–[4] są współautorskie, przy czym współautorem prac [2]–[4] jest Rafał Filipów. Natomiast w przypadku artykułu [5] jedynym autorem jest Habilitant.

Cykl prac dotyczy zbieżności ideałowej (filtrowej), które to pojęcie (pochodzące od Cartana) okazało się bardzo przydatne w analizie i topologii. W przeciwieństwie do prostych uogólnień znanych faktów dotyczących zbieżności statystycznej na przykład zbieżności ideałowej, omawiane artykuły mieszczą się w ambitnym nurcie badań, w którym dąży się do uzyskania pełnego opisu pewnych zjawisk poprzez charakteryzacje ideałów dających pożądany efekt, oparte na zaawansowanych technikach teoriomnogościowych. W cyklu prac pokazano istotne zastosowania zbieżności ideałowej w kombinatoryce i w teorii funkcji rzeczywistych oraz dyskretnych układów dynamicznych, dla szerokiej klasy ideałów (filtrów) na N .

Publikacja [1] stanowi obszerne i wnikliwe studium ideałów o własności Bolzano-Weierstrassa. Inicjatorem tych badań był przedwcześnie zmarły Ireneusz Reclaw. W pracy zastosowano wiele interesujących pomysłów i metod. Uzyskano trzy charakteryzacje ideałów o własności BW (dwie z nich dotyczą P -ideałów analitycznych) sformułowane w różnych terminach: w języku podmiar dolnie półciągłych, w języku rozszerzeń do właściwych ideałów F_σ lub maksymalnych P -ideałów oraz w języku rodzin rozcinających w algebrach ilorazowych.

Zastosowano z powodzeniem metodę zbiorów $\mathcal{I}$ -małych Faraha, zbadano zachowanie własności BW względem produktu Fubinię oraz odpowiednich wariantów tej własności względem porządków Rudina-Keislera i Rudina-Blassa. Odwołano się do przykładów ideałów badanych przez Kojmana oraz Louvau i Veličkovića. O znaczeniu otrzymanych rezultatów świadczą związane z tą tematyką prace Hrušaka i doktorat Meza-Alcantary.

Do jednego z artykułów Drewnowskiego i Łuczaka (z 2008 r.) odnosi się publikacja [2], w której rozwiązano postawione przez nich trzy problemy dotyczące struktury podmiar dolnie półciągłych na $\mathbb{N}$. W artykule [2] pokazano klasę podmiar, dla których warunki (A) i (B) sformułowane przez Drewnowskiego i Łuczaka są równoważne i podano przykład podmiary zerojedynkowej, która spełnia (B), lecz nie spełnia (A). To daje rozwiązanie problemu 1. W rozwiązaniu problemu 2, w którym także występuje warunek (A), autorzy pracy [2] podali odpowiedni przykład podmiary zerojedynkowej opisanej przez ideał generowany przez maksymalną rodzinę prawie rozłączną na $\mathbb{N}$ i wykorzystali fakt, że odpowiedni koideał jest P-koideałem selektywnym. Rozwiązanie problemu 3 również wykorzystuje pojęcie P-koideału, lecz zakłada pewne warunki teoriomnogościowe. Nadal nie wiadomo, czy istnieje odpowiedni przykład w ZFC. Rozwiązania problemów są pomysłowe, niebanalne i wykorzystują interesujące techniki. Autorom należy się uznanie za skuteczny wysiłek naukowy – ich praca ukazała się dwa lata po publikacji Drewnowskiego i Łuczaka.

Praca [3] zaimponowała mi wysokim poziomem nowych wyników w kombinatoryce nieskończonej. Autorzy rozszerzyli dwie wersje twierdzenia Schura z prac Bergelsona i Hindmana. Były one sformułowane w języku asymptotycznej gęstości, natomiast uzyskane tu uogólnienia zostały sformułowane w języku ideałów i podmiar na $\mathbb{N}$. Wyróżniono podmiary niezmiennicze względem translacji oraz podmiary spełniające specjalny warunek Δ . Dowód jednego z głównych twierdzeń pracy [3] opiera się na wykazanej przez autorów, z użyciem trudnego technicznie rozumowania, eleganckiej iterowanej wersji twierdzenia Ramsey'a. Inne spośród głównych twierdzeń odwołują się do stosowanej przez Bergelsona i Hindmana metody ultrafiltrów idempotentnych na $\mathbb{N}$, ale też zastosowano ciekawe twierdzenie rekurencyjne Chinczyna dla podmiar. Autorzy pokazali, że odpowiednie klasy ideałów (Erdősa-Ulama, Louveau-Veličkovića, ideały sumowalne) spełniają założenia otrzymanych przez nich twierdzeń.

Artykuł [4] dotyczy trzech rodzajów klasyfikacji Baire'a generowanej przez funkcje rzeczywiste ciągłe na przestrzeni topologicznej X oraz odpowiednio przez ideałową zbieżność punktową, dyskretną i równą. Dwa ostatnie rodzaje klasyfikacji Baire'a były badane w serii prac Császara i Laczkovicha w wersji klasycznej bez angażowania ideałów. Zbieżność równa pod nazwą zbieżność quasinormalna była też badana przez Bukovskiego i współpracowników. W przypadku zbieżności punktowej porównaniem zwykłych klas Baire'a z filtrowymi klasami Baire'a zajmował się Katětov, a ostatnio w przypadku pierwszej klasy Baire'a nowe ważne rezultaty pojawiły się w publikacjach Laczkovicha i Reclawa oraz Debsa i Saint Raymonda. Warunek dostateczny na to, by zachodziła równość $\mathcal{I}\text{-}B1 = B1$, uzyskany przez Laczkovicha i Reclawa, polega na istnieniu strategii wygrywającej w odpowiedniej grze Laflamme'a lub

(w języku ideałów) polega na tym, że filtr dualny $\mathcal{J}^*$ jest ω -diagonalizowalny przez zbiory $\mathcal{J}^*$ -uniwersalne. Ten drugi warunek został wykorzystany przez autorów pracy [4] do opisu klas Baire'a w trzech rozważanych klasyfikacjach, gdy X jest przestrzenią doskonale normalną. W przypadku zbieżności równej odpowiednie klasy Baire'a (zwykle oraz ideałowe) są identyczne dla indeksów $n < \omega$, zaś dla wyższych indeksów nie zostało to rozstrzygnięte. Uzyskano też rozszerzenie wyników Laczkovicha i Reclawa oraz Debsa i Saint Raymonda dla wszystkich wyższych klas Baire'a. Praca zawiera całą serię ogólnych twierdzeń otrzymanych dzięki głębokiej analizie stosowanych pojęć i związków między nimi oraz skutecznej eksploatacji wielu różnych technik.

W artykule [5] Habilitant badał związki granic filtrowych z charakterystyką Brucknera i Cadera ciągłości multifunkcji ω_f przypisującej punktowi $x \in [0, 1]$ zbiór punktów granicznych ciągu iteracji $(f^n(x))$, gdzie $f: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ jest daną funkcją ciągłą. Do ośmiu warunków równoważnych dołączył kolejne cztery warunki. Motywacją Szucy była praca Garcia-Ferreiry i Sanchisa o stosowaniu granic względem ultrafiltrów w układach dynamicznych. Bruckner i Ceder scharakteryzowali też sytuację, gdy multifunkcja ω_f jest pierwszej klasy Baire'a – brak takiej sytuacji definiuje pewien rodzaj chaosu. W drugiej części pracy [5] autor przedstawił dwa twierdzenia, które przybliżają rozwiązanie hipotezy o tym, że chaos Brucknera-Cadera dla funkcji f jest równoważny monotonności układu dynamicznego $([0, 1], f)$. Monotonność układu dynamicznego oznacza, że jego półgrupa Ellisa jest kompaktem Rosentala. Własność ta była przedmiotem badań wielu wybitnych specjalistów.

Wyniki uzyskane przez Habilitanta w omawianym cyklu publikacji oceniam wysoko. Mieszczą się one w ważnym nurcie badań prowadzonych przez uznanych matematyków. Habilitant i współautorzy cyklu na bieżąco śledzili najnowsze osiągnięcia w danej tematyce i przyczynili się do znacznego postępu wiedzy. Uzyskano twierdzenia silniejsze od dotychczas znanych (artykuły [3], [4]) albo udowodniono charakterystycje dające pełny opis badanych zjawisk [1] lub rozszerzenie znanego opisu [5]. Rozwiązano problemy Drewnowskiego i Łuczaka z zastosowaniem ciekawych technik (praca [2]). Pokazano, że zbieżność ideałowa ma szeroką gamę zastosowań. Uzyskane dzieło jest wyrazem wysiłku twórczego zakończonym sukcesem.

Ocena pozostałego dorobku

Pozostały dorobek naukowy Habilitanta składa się z 15 artykułów, z czego 9 ukazało się w czasopiśmie z bazy JCR. Wszystkie te prace zawierają znaczące wyniki. Chciałbym wyróżnić publikacje [9] i [13] dotyczące uogólnień twierdzenia Szarkowskiego dla funkcji spójnych G_δ i dla odpowiednich funkcji wielowartościowych. W pracy [9] autor wykazał tzw. Lemat Podróźniczy dla funkcji spójnych G_δ , zaś w późniejszym artykule [14] pokazał jego wersję ścieżkową, która posłużyła do rozwiązania problemu Brucknera, Cadera i Pearsona. Bardzo cenny jest rezultat współautorskiej pracy [12], gdzie uzyskano dolne oszacowanie liczby Ramsey'a dla cykli parzystej długości. Wynik ten cytowany jest m.in. w publikacjach Radziszewskiego.

Współautorskie prace [16], [19], [20] dotyczą własności ideałów na $\mathbb{N}$, czym nawiązują do tematyki wyróżnionego dzieła. Szczególnie podoba mi się praca [16], gdzie scharakteryzowano ideały, dla których działa odpowiednia wersja twierdzenia Riemanna o przestawianiu wyrazów szeregu warunkowo zbieżnego. Uzyskane twierdzenie daje odpowiedź na pytanie Wilczyńskiego.

Habilitant z powodzeniem atakował trudne problemy stawiane przez innych matematyków. Już w pracy magisterskiej rozwiązał problem Agronskiego, Cедера i Pearsona o funkcjach prawie ciągłych, co zostało opublikowane w pracy [6]. W artykule [10] dr Szuca rozwiązał problem Preissa i jego współpracowników, zaś w pracy [17] (wspólnej z Natkańcem) rozwiązał problem Pawlaka. Prace Habilitanta wydrukowane w *Real Analysis Exchange*, piśmie niedocenionym w rankingach JCR, zawierają interesujące trudne twierdzenia, np. artykuły [10], [11] dotyczą zagadnień istnienia punktów stałych w pewnych klasach funkcji działających z $[0,1]$ do $[0,1]$, zaś w artykule [18] udowodniono dość zaskakujący fakt o istnieniu funkcji Hamela, która jest mierzalna i ma własność Baire'a.

Ocena według pozostałych kryteriów ustawowych

Wskaźniki IF, liczbę cytowań oraz indeks Hirscha doktora Szucy oceniam dobrze. Moim zdaniem w najbliższym czasie te wskaźniki będą rosły, gdyż pewne istotne publikacje ukazały się w 2010 roku lub później. Rezultaty cyklu prac [1]–[5] wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej oraz artykułów [16] i [19] mają duże szanse na nowe cytowania ze względu na wysoką wartość merytoryczną, a w przypadku prac [4], [5] także ze względu na postawione problemy. Spodziewam się, że wyniki Szucy i współpracowników uogólnieniające twierdzenie Szarkowskiego oraz dające oszacowanie liczby Ramsey'a dla cykli będą nadal cytowane.

Uczestnictwo w grantach oraz liczba referatów na konferencjach nie są mocną stroną doktora Szucy. Uważam, że poziom badań naukowych reprezentowany przez Habilitanta zasługiwałby na dodatkowe finansowanie. Słuchałem kilku jego referatów konferencyjnych - za każdym razem cieszyły się one dużym zainteresowaniem. W załączonej dokumentacji Habilitant nie wspomniał o wystąpieniach na seminariach w innych ośrodkach akademickich. Na prowadzonym przeze mnie seminarium w Politechnice Łódzkiej przynajmniej raz przedstawił referat (o rozszerzeniu twierdzenia Szarkowskiego). Dr Szuca ma na swoim koncie kilka recenzji do czasopism naukowych. Dotychczas jego współpraca międzynarodowa była skromna. Cenne okazało się współautorstwo pracy [13] z Andresem i Šnyrychową. W dalszej swojej karierze Habilitant powinien poświęcić więcej uwagi na promocję własnych wyników naukowych.

Konkluzja

Uważam, że wyróżnione osiągnięcie naukowe doktora Szucy wnosi istotny wkład wiedzy w rozważaną dziedzinę badań, a jego dorobek twórczy, aktywność naukowa i inne osiągnięcia spełniają wymagania i kryteria ustawowe potrzebne do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.