

SYMPOZJUM FIZYKI INTERDYSCYPLINARNEJ  
W NAUKACH EKONOMICZNYCH  
I SPOŁECZNYCH



Czerwiec 2023  
Warszawa



Komitet organizacyjny **SFINKS'23**:

Maciej J. Mrowiński  
Przemysław Nowak  
Robert Paluch  
Grzegorz Siudem

Tegoroczne sympozjum wspierają:



**Wydział  
Fizyki**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Rada  
Doktorantów**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**Wydział Matematyki  
i Nauk Informatycznych**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

FIZYKA W EKONOMII I NAUKACH SPOŁECZNYCH



**F A E N S**



# Spis treści

<b>Wstęp</b>	<b>1</b>
<b>Abstrakty</b>	<b>3</b>
Analiza skupień przy użyciu minimalnych drzew rozpinających ( <i>Łukasz Brzozowski</i> ) . . . . .	3
The importance of keywords in bibliometrics ( <i>Anna Cena</i> ) . . . . .	3
Modelowanie przebiegu epidemii z uwzględnieniem nastawienia społecznego ( <i>Anna Chmiel</i> ) . . . . .	4
Człowiek jako źródło przypadkowości ( <i>Paweł Drągowski</i> ) . . . . .	4
Wykorzystanie grafów w uczeniu maszynowym ( <i>Bartłomiej Eljasiak</i> ) . . . . .	4
Avrami-Dobrzyński phase transition model for cellular cancer transformation ( <i>Krzysztof Fornalski</i> ) . . . . .	5
Ewolucja sieci relacji dla słabej równowagi strukturalnej ( <i>Piotr Górski</i> ) . . . . .	5
Analiza widm impedancyjnych tkanek biologicznych ( <i>Gabriela Janik</i> ) . . . . .	6
Biofizyczny model wpływu promieniowania jonizującego na komórki ( <i>Juliana Krasowska</i> ) . . . . .	6
Położenie źródła informacji w sieci a jego lokalizacja ( <i>Piotr Machura</i> ) . . . . .	7
Fraktale klasyczne vs fraktalne sieci złożone ( <i>Kordian Makulski</i> ) . . . . .	7
Analiza możliwości wykorzystania uczenia maszynowego i metod statystycznych do przewidywania geometrii warstwy wierzchniej ( <i>Dominik Nowakowski</i> ) . . . . .	8
Analiza predykcyjna w sieciach społecznościowych ( <i>Kamil Orzechowski</i> ) . . . . .	8
Modele kinetyczne nierówności społecznych ( <i>Robert Paluch</i> ) . . . . .	9
Źródła fraktalność w ewoluujących sieciach złożonych - znaczenie struktur wspólnotowych oraz przyłączania preferencyjnego ( <i>Mateusz Samsel</i> ) . . . . .	9
Wpływ Big Tech na badania dotyczące AI - analiza naukometryczna ( <i>Julian Sienkiewicz</i> ) . . . . .	10
Interpunkcja w tekstach literackich z punktu widzenia analizy szeregów czasowych ( <i>Tomasz Stanisław</i> ) . . . . .	10
Koewolucyjny model równowagi strukturalnej ( <i>Adam Sulik</i> ) . . . . .	10
<b>Lista prelegentów</b>	<b>11</b>



# Wstęp

Zapraszamy Was do udziału w kolejnej, siódmej już, edycji Sympozjum Fizyki Interdyscyplinarnej w Naukach eKonomicznych i Społecznych. W tym roku ponownie zmierzmy się z dwudniową formułą, która da więcej czasu na interesujące referaty jak i pozostałe aktywności.

W tym roku wracamy do tradycji organizowania debaty ekspertów. Tegoroczna debata skupi się na problemach związanych ze sztuczną inteligencją, a zaproszonymi prelegentami będą

- prof. dr hab. Andrzej Dragan (Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego),
- dr hab. Maria Ganzha, prof. uczelni (Wydział MiNI PW),
- prof. dr hab. Jacek Mańdziuk (Wydział MiNI PW),
- mgr Piotr Tempczyk, współzałożyciel firmy deeptail.ai.

Poza debatą będziemy gościć również Bartłomieja Więckowskiego z firmy Elsevier, który opowie nam o narzędziach naukometycznych oraz dr Joannę Toruniewską, która podzieli się z nami spojrzeniem na fizykę układów złożonych okiem absolwentki Wydziału Fizyki PW. W ramach tegorocznego **SFINKSa** zajmiemy się także networkingiem podczas Zagadki SFINKSa, w czasie której postaramy się wspólnie zmierzyć wspólnie z naukowo-kulinarnym problemem. Obiecujemy, że będzie interesująco i smakowicie!

Poza tym, zgodnie z naszą wieloletnią tradycją zapraszamy na pasjonujące referaty naszych prelegentek i prelegentów. Tematyka, jak to zawsze na **SFINKSie**, będzie bardzo interdyscyplinarna: od uczenia maszynowego, przez statystykę i rachunek prawdopodobieństwa, interpunkcję, z krótką przerwą na fraktalne przygody oraz epizody biologiczno–medyczne, aż po sieci złożone. Będzie się działo!

Komitety organizacyjny **SFINKS**

Maciej J. Mrowiński

Przemysław Nowak

Robert Paluch

Grzegorz Siudem





# Abstrakty

## **Analiza skupień przy użyciu minimalnych drzew rozpinających**

Łukasz Brzozowski

Politechnika Warszawska, Wydział Matematyki i Nauk Informatycznych

Minimalne drzewa rozpinające (MST) stanowią wygodną reprezentację zbiorów danych w wielu zadaniach związanych z rozpoznawaniem wzorców, a jednocześnie mają dość niski koszt obliczeniowy. W prezentacji przedstawię, w jakim stopniu MST mogą być istotne w zadaniach analizy skupień. Zobaczymy, że metody oparte o drzewa mogą być ogólnie bardzo konkurencyjne. Okazuje się, że algorytm Genie oraz podejścia oparte na teorii informacji często przewyższają podejścia niedrzewiaste, takie jak metoda k-średnich, mieszanki gaussowskie, metody spektralne, BIRCH oraz klasyczne hierarchiczne procedury aglomeracyjne.

---

## **The importance of keywords in bibliometrics**

Anna Cena

Politechnika Warszawska

The investigation carried out in this paper includes comparison of selected open-source bibliometric databases in terms of keyword behavior. Various modelling techniques are considered: from quantitative analysis to keyword co-occurrence network modeling. In addition to the empirical analysis conducted, a review of the most interesting research trends in the area of keyword analysis was conducted.

---

## **Modelowanie przebiegu epidemii z uwzględnieniem nastawienia społecznego**

Anna Chmiel

Wydział Fizyki, Politechniki Warszawskiej

Przestawiony będzie model epidemii SIORD na sieci dwupoziomowej społecznej każdy osobnik występuje na dwóch poziomach: (i) na poziomie kontaktów fizycznych oraz (ii) na poziomie kontaktów wirtualnych (online, e-społeczności). Na poziomie kontaktów fizycznych rozprzestrzenia się epidemia (a) a na drugim poziomie węzły mogą przyjmować dwa stany (+1) i (-1), obrazujące ich nastawienie do restrykcji. Nastawienie będzie się zmieniało zgodnie z modelem agentowym q-wyborcy z szumem. Dynamika opinii będzie wpływała na dynamikę epidemii - gdy osobnik jest negatywnie nastawiony do restrykcji (np. nie nosi maseczki, nie ogranicza kontaktów) to prawdopodobieństwo zarażenia u niego wzrasta. Analizowany był także model na sieci wielopoziomowej, która jest zmienna w czasie.

---

## **Człowiek jako źródło przypadkowości**

Paweł Drągowski

Politechnika Warszawska, Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych

Powszechnie wiadomo, że człowiek jest słabym źródłem przypadkowości. Jego decyzje i wybory są przewidywalne, a kieruje się on pewnymi schematami. W prezentacji przedstawię wyniki badania, które przeprowadziłem w ramach pracy licencjackiej. Zastanowimy się również, jak z losowaniem radzą sobie maszyny.

---

## **Wykorzystanie grafów w uczeniu maszynowym**

Bartłomiej Eljasiak

Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych, Politechnika Warszawska

Prelekcja ma na celu przedstawienie możliwości wykorzystania grafów zawartych lub ukrytych w danych w celu usprawnienia skuteczności tworzonych modeli uczenia maszynowego. Całość oparta będzie na rezultatach projektu z dziedziny NLP, w którym do klasyfikacji tekstu wykorzystane zostały w pierwszym podejściu sieci neuronowe (SciBERT), a w drugim grafowe sieci neuronowe.

---

## **Avrami-Dobrzyński phase transition model for cellular cancer transformation**

Krzysztof Fornalski

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

The clinical data of breast and ovarian cancer patients were used to validate the Avrami-Dobrzyński model of cancer induction. This biophysical model is based on a purely physical concept of the phase transition process with Avrami equation which is an analogy to the cancer neoplastic transformation. The results suggest that the carcinogenic process follows a strong fractal dynamics. Finally, it was presented that patients younger than 30 years of age exhibit additional immune protection against cancer, which is represented as a difference between the theoretical prediction and population clinical data.

---

## **Ewolucja sieci relacji dla słabej równowagi strukturalnej**

Piotr Górski

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Relacje w grupie przyjaciół i wrogów mogą być schematycznie przedstawione za pomocą sieci ze znakiem. Ewolucję krawędzi w takim układzie dobrze opisuje teoria równowagi strukturalnej (TRS), która definiuje triady (agentów) zrównoważone i niezrównoważone. Istnieją dwie wersje teorii, które różnią się podejściem do triad z trzema krawędziami ujemnymi. Zgodnie z silną wersją TRS takie triady są niezrównoważone. Jednym z głównych sposobów modelowania zmian przewidzianych przez TRS jest dynamika lokalnych triad definiowana do tej pory jedynie w oparciu o silną wersję TRS. Zauważono wtedy przejście fazowe między stacjonarnym stanem niezrównoważonym a stanem samych linków dodatnich. Z kolei zrównoważony stan z podziałem na wrogię grupy agentów jest niestabilny. W tej prezentacji rozważona zostanie dynamika lokalnych trójkałów w przypadku słabej TRS. Okazuje się, że stacjonarny stan niezrównoważony nie istnieje. Zamiast tego układ osiąga stan słabej równowagi, w której większość krawędzi jest ujemna. Oznacza to, że zgodnie z dynamiką lokalnych trójkałów obserwowane w rzeczywistych układach zrównoważone stany spolaryzowane mogą być prawdopodobne jedynie dla słabej wersji równowagi strukturalnej.

---

## **Analiza widm impedancyjnych tkanek biologicznych**

Gabriela Janik

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Prezentacja dotyczyć będzie badań zachowania widm impedancyjnych próbek biologicznych w różnych warunkach. Skupiono się na pomiarach łatwo dostępnych próbek (warzyw i owoców) w celu sprawdzenia jaki wpływ na widmo impedancji mają poszczególne próbki, a także ich stan. Zdecydowano się na przeprowadzenie pomiarów w różnych warunkach temperaturowych dla próbek, które nie nadają się do mrożenia. Pomiar impedancji elektrycznej wykonano metodą spektroskopii impedancyjnej (EIS) popularnie używanej w elektrochemii. Analiza wyników opiera się na wykresach Bode'go. Wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych badań pokazują, że podczas ogrzewania zamrożonych próbek do temperatury pokojowej, wyraźnie widać różnicę w widmie impedancyjnym, zwłaszcza dla wyższych częstotliwości.

---

## **Biofizyczny model wpływu promieniowania jonizującego na komórki**

Julianna Krasowska

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Wpływ promieniowania jonizującego na komórki (powstawanie uszkodzeń i mutacji, ryzyko transformacji nowotworowej) jest ważnym tematem m.in. w onkologii, ochronie radiologicznej czy analizach epidemiologicznych skutków zwiększonego tła promieniowania. Aby opisać skutki promieniowania na poziomie komórkowym, stworzono model biofizyczny wykorzystujący metodę Monte Carlo. W przeciwieństwie do modeli analitycznych, model ten może symulować komórki, zachowując losowy charakter procesów zachodzących w pojedynczej komórce. Model uwzględnia nie tylko skutki uszkodzeń spowodowanych promieniowaniem, ale także zjawiska związane z naturalnym metabolizmem komórek, takie jak proliferacja, spontaniczne uszkodzenia, naprawa i śmierć komórek. W rezultacie można symulować długofalowe skutki oddziaływania promieniowania na tkanki. Struktura programu umożliwi swobodne dodawanie i usuwanie funkcji, a także rozszerzanie modelu o inne zjawiska, takie jak ruch komórek, czy uwzględnienie faz cyklu komórkowego (szczególnie ważne w związku z radioczułością komórek).

---

## Położenie źródła informacji w sieci a jego lokalizacja

Piotr Machura

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Popularne metody lokalizacji źródła informacji rozchodzącej się w sieci złożonej są z założenia nieobciążone, tj. a priori, każdy wierzchołek jest tak samo podejrzany o bycie źródłem. Okazuje się jednak, że niektóre źródła trudniej jest zlokalizować, w zależności od ich położenia w sieci.

Jakie czynniki są w tej kwestii kluczowe? Czy możemy wykorzystać je jako Bayesowski prior w naszych metodach lokalizacyjnych, tym samym zwiększając ich skuteczność?

Zaprezentowane wyniki przybliżą nas do odpowiedzi na postawione powyżej pytania.

---

## Fraktale klasyczne vs fraktalne sieci złożone

Kordian Makulski

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Fraktale zwykle kojarzone są z przyciągającymi oko grafikami, jak zbiór Mandelbrota czy trójkąt Sierpińskiego. Są to zawsze struktury widocznie złożone z mniejszych elementów. W tych elementach ponownie da się wyróżnić mniejsze, równie złożone w budowie i o podobnych własnościach. Rodzaj skalowania pomiędzy takimi elementami a resztą układu opisywany jest przez wymiar fraktalny - odpowiadający wymiarowi topologicznemu, będący jednak zwykle liczbą niecałkowitą.

Choć najpowszechniej rozpoznawane fraktale, to te rysowane przez programy komputerowe w oparciu o odpowiednie funkcje, wiele fraktali obserwujemy też w innych dziedzinach. Znajdujemy je na przykład w płatkach śniegu, wybrzeżach niektórych krajów, własnym układzie krwionośnym, a także w wielu rzeczywistych sieciach złożonych. W jaki sposób definiować jednak wymiar fraktalny i badać samą fraktalność na układzie z natury dyskretnym, jakim jest graf? W moim referacie odpowiem na to pytanie i pokażę przykłady stosowania takich metod.

---

# **Analiza możliwości wykorzystania uczenia maszynowego i metod statystycznych do przewidywania geometrii warstwy wierzchniej**

Dominik Nowakowski

Politechnika Krakowska (Szkola Doktorska PK, Instytut Informatyki Stosowanej,  
Inżynieria Mechaniczna)

W pracy przedstawiono analizę możliwości wykorzystania uczenia maszynowego oraz metod statystycznych do modelowania geometrii powierzchni. Zakłada ono, że powierzchnia materiału może być traktowana jako pole losowe i może być analizowana za pomocą metod statystycznych przy wsparciu uczenia maszynowego. Celem badań jest opracowanie modelu przewidywania geometrii powierzchni teksturowanej wiązką laserową. Opracowane modele predykcyjne wsparte metodami uczenia maszynowego wskażą właściwe parametry procesu teksturowania w celu uzyskania określonych własności geometrii powierzchni. Ostatecznym celem badań jest opracowanie modelu przewidywania parametrów geometrii powierzchni w zależności od parametrów procesu teksturowania. Jako zbiór danych do opracowania i testowania modelu zostaną wykorzystane dane z badań profilometrycznych próbek z powłoką cermetalową po obróbce laserowej z różną mocą wiązki.

---

## **Analiza predykcyjna w sieciach społecznościowych**

Kamil Orzechowski

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Twitter jest jednym z największych spośród istniejących serwisów informacyjnych i społecznościowych, a otwarty dostęp do wiedzy sprawia, że jest on również cennym źródłem informacji do badań nad interakcjami społecznymi i dynamiką ludzkich zachowań zbiorowych z wykorzystaniem różnych technik analizy danych. Jedną z nich jest analiza predykcyjna, stanowiąca odmianę zaawansowanej analityki, która przewiduje przyszłe wyniki w oparciu o dane historyczne połączone z modelowaniem statystycznym, technikami eksploracji danych i uczeniem maszynowym.

Powyższe analizy można wykonywać na sieciach złożonych, o szerokiej gamie kryteriów sąsiedztwa węzłów. Przykładem mogą być sieci wzmianek (ang. mentions) między użytkownikami Twittera. W szczególności, zbadanie i porównanie korelacji strukturalno-wagowych (ang. weight-topology correlations) między lokalnym otoczeniem krawędzi, a jej wagą może dostarczyć cennych informacji. Charakter tych korelacji mógłby bowiem posłużyć do określenia potencjalnych predyktorów (czyli miar podobieństwa węzłów, ang. similarity scores) w celu wykorzystania uczenia maszynowego do predykcji przyszłych połączeń sieciowych lub prognozowania dynamiki tych już istniejących.

---

# Modele kinetyczne nierówności społecznych

Robert Paluch

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Jednym z najczęściej badanych aspektów nierówności społecznych jest nierównomierna dystrybucja majątku w społeczeństwie. Pośród wielu modeli generujących rozkłady dochodów lub majątków zbliżonych do rozkładów rzeczywistych wyróżniają się modele kinetyczne, które są wyjątkowo proste w opisie i analizie. Przystawiony zostanie model podstawowy oraz z oszczędnościami, a także wersja w której prawdopodobieństwo interakcji agenta jest proporcjonalne do jego obecnego majątku.

---

## Źródła fraktalność w ewoluujących sieciach złożonych - znaczenie struktur wspólnotowych oraz przyłączania preferencyjnego

Mateusz Samsel

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

Sieci złożone są przedmiotem szeroko zakrojonych badań, ponieważ skutecznie opisują rozległy zakres systemów obejmujących wiele różnych dyscyplin takich jak: biologia (np. sieci interakcji białek), informatyka (np. World Wide Web, Internet), nauki społeczne (np. sieci współpracy naukowej, sieci komunikacji międzyludzkiej), itp.

Fraktalność sieci złożonych budzi duże zainteresowanie w ostatnich latach ze względu na jej związek z bezpieczeństwem układów, efektywnym transportem informacji oraz ze względu na częste występowanie fraktalności w systemach rzeczywistych.

W większości przypadków sieci rzeczywiste są jednak zbyt duże, aby można je było opisać w sposób jednoznaczny. Rozwiązanie tego problemu przyniosło zastosowanie matematycznych modeli sieciowych pozwalających odtworzyć ewolucję i wzrost rzeczywistych grafów. W przypadku sieci fraktalnych liczba modeli jest jednak bardzo mała, a zaproponowane algorytmy zwykle wykorzystują metody deterministyczne lub opierają się na procesie renormalizacji nie odzwierciedlając wzrostu rzeczywistych obiektów. Celem poniższej prezentacji będzie podsumowanie obecnego stanu wiedzy na temat algorytmów generujących fraktalne sieci złożone oraz przedstawienie nowego sekwencyjnego algorytmu mogącego odzwierciedlać ewolucje prawdziwych sieci pozwalającego lepiej zrozumieć źródła oraz procesy prowadzące do fraktalności w rzeczywistych obiektach.

---

# Wpływ Big Tech na badania dotyczące AI - analiza naukometryczna

Julian Sienkiewicz

Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska

Czy afiliacja autorów wpływa na to, jak propagują się idee zawarte w artykule naukowym? Czy duże firmy technologiczne, takie jak Apple, Microsoft etc (Big Tech) są potrzebne, aby artykuł został zauważony? Między innymi na te pytania będę chciał odpowiedzieć, prezentując wyniki analizy ponad 150 tys. artykułów naukowych, poruszających tematykę sztucznej inteligencji (AI), w szczególności odnosząc się do sieciowych miar popularności artykułów (stopień wierzchołka, page rank), a także analizy memów naukowych (w sensie pracy T. Kuhn, M. Perca, i D. Helbing, Phys. Rev. X 4, 041036, 2014)

---

## Interpunkcja w tekstach literackich z punktu widzenia analizy szeregów czasowych

Tomasz Stanisław

Zakład Teorii Systemów Złożonych, Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Statystyczna analiza tekstów pozwala badać organizację języka naturalnego i formułować hipotezy na temat procesów wpływających na tę organizację. W niedawno opublikowanej pracy poruszającej tę tematykę przebadano statystyczne prawidłowości rządzące rozmieszczeniem interpunkcji w tekstach literackich. Oprócz rozkładów prawdopodobieństwa opisujących odległości pomiędzy kolejnymi znakami interpunkcyjnymi, zidentyfikowane zostały pewne interesujące cechy szeregów czasowych reprezentujących sekwencje takich odległości. Okazuje się, że szeregi tego typu są sygnałami charakteryzowanymi przez długozasięgowe korelacje, a ich właściwości są szczególnie interesujące w zestawieniu z właściwościami szeregów reprezentujących długości kolejnych zdań.

---

## Koewolucyjny model równowagi strukturalnej

Adam Sulik

Politechnika Warszawska, FENS

Prezentujemy model równowagi strukturalnej, który opiera się na hamiltonianie  $\mathcal{H} = -\sum \sigma_{ij} \sigma_{ik} \sigma_{jk}$ , gdzie  $\sigma_{ij} \in \{-1, 0, +1\}$ . Układ został rozwiązany metodą średniopolową i jest zgodny z modelem agentowym. Interesującym wynikiem naszych badań jest obecność nieciągłego przejścia fazowego dla warunków początkowych, w których średnia wartość spinów wynosi  $\langle \sigma \rangle = 1$ . Dodatkowo, odkryliśmy, że schładzanie układu w stanie paramagnetycznym uniemożliwia powrót do stanu rajy, ze względu na ogromną liczbę stanów podstawowych.

---



# Lista prelegentów

Brzozowski  
Łukasz, 3

Cena  
Anna, 3

Chmiel  
Anna, 4

Drągowski  
Paweł, 4

Eljasiak  
Bartłomiej, 4

Fornalski  
Krzysztof, 5

Górski  
Piotr, 5

Janik  
Gabriela, 6

Krasowska  
Julianna, 6

Machura  
Piotr, 7

Makulski  
Kordian, 7

Nowakowski  
Dominik, 8

Orzechowski  
Kamil, 8

Paluch  
Robert, 9

Samsel  
Mateusz, 9

Sienkiewicz  
Julian, 10

Stanisz  
Tomasz, 10

Sulik  
Adam, 10