

**PROGRAM SPECJALIZACJI MAGISTERSKIEJ
METODY FIZYKI W EKONOMII (EKONOFIZYKA)
NA WYDZIALE FIZYKI UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO
w roku akad. 2006/2007**

1. Merytoryczny cel specjalizacji

Merytorycznym celem specjalizacji magisterskiej z metod fizyki w ekonomii (popularnie zwanej ekonofizyką) jest otworzenie studentom III roku fizyki instytucjonalnej możliwości studiowania podejść, technik, metod, modeli i teorii opracowanych w ramach fizyki, które są obecnie wykorzystywane poza tradycyjnie rozumianą fizyką a mianowicie, do analizy zjawisk i procesów ekonomicznych a ostatnio także i socjologicznych (co nazwano socjofizyką).

Zamieszczony poniżej ramowy program tej interdyscyplinarnej specjalizacji pokazuje, że część zajęć będzie prowadzona przez pracowników Wydziału Fizyki a część Wydziału Nauk Ekonomicznych UW, jak to ustalili Dziekani obu Wydziałów. Specjalizację tą można traktować jako kolejny krok w stosunku do istniejących już w Polsce licencjatów z ekonofizyki utworzonych na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego oraz na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

● Przyczyny o charakterze merytorycznym utworzenia specjalizacji

Od około piętnastu lat metody fizyki stosowane są do analizy zjawisk i procesów ekonomicznych a ostatnio także socjologicznych; od blisko dekady tego typu aktywność ma charakter instytucjonalny i nosi nazwę ekonofizyki a ostatnio rozszerzono ją nawet o termin socjofizyka. Termin *ekonofizyka* do oficjalnego obiegu wszedł w połowie lat dziewięćdziesiątych dzięki czasopismu *Physica A*, które otworzyło na swoich łamach nowy dział pod tą właśnie nazwą.

Zatem, co to jest ekonofizyka? Jest to wschodzący dział nauki uprawiany przez fizyków, którzy stosują teorie, modele i metody wypracowane w ramach fizyki, a zwłaszcza fizyki statystycznej i teorii pola, do opisu zjawisk ekonomicznych zarówno w mikro- jak i makroskali dotyczących w głównej mierze rynków finansowych (dlatego nazywa się ją także fizyką finansową). Na tej drodze, dzięki wykorzystywaniu analogii do zjawisk fizycznych, uzyskano pogłębioną analizę zjawisk ekonomicznych.

Za instytucjonalny początek ekonofizyki uważa się pojawienie się publikacji w czasopiśmie *Physica A* (1991) fizyka Rosario N. Mantegna dotyczącej analizy rynku finansowego pt.: *Lévy walks and enhanced diffusion in Milan Stock-Exchange*. Zauważył on w niej, że wiele indeksów giełdowych notowanych na giełdzie w Mediolanie daje się opisać w ramach procesu Lévy'ego a nie procesu Gaussa, czyli indeksy te podlegały błędzeniu niebrownowskiemu. Praca ta pozwoliła na badanie stopnia efektywności rynków finansowych oraz analizę kryzysów i krachów giełdowych (odkrycie skalowania oraz długookresowych log-peridyczności na giełdach).

Badanie dynamiki Paryskiego Indeksu Giełdowego doprowadziło L. Bacheliera (ucznia H. Poincaré) w roku 1900 do odkrycia tzw. równości łańcuchowej stanowiącej podstawę teorii łańcuchów i procesów Markowa, które wkrótce umożliwiły M. Smoluchowskiemu dokonanie stochastycznego opisu ruchu Browna. Podejście to dało impuls P. Samuelsonowi do odkrycia w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku geometrycznego ruchu Browna na giełdach a F. Blackowi i M. Scholesowi na początku lat siedemdziesiątych do zaproponowania modelu (zwanego dzisiaj modelem Blacka-Scholesa) opisującego dynamikę opcji giełdowych. Można powiedzieć, że Bachelier był ojcem tak płodnej dzisiaj idei statystycznego opisu rynków finansowych. Jednakże, wyraźny wzrost zainteresowania rynkami finansowymi w społeczności fizyków datuje się dopiero od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku gdy ilość danych empirycznych i automatyzacja ich opracowania pozwoliła na weryfikowanie (w sensownie krótkim

czasie) różnorodnych hipotez i modeli statystycznych.

Obecnie główne nurty prac w dziedzinie ekonofizyki skoncentrowane są w następujących grupach badawczych zajmujących się przede wszystkim różnorodnymi zastosowaniami (tradycyjnej i nieergodycznej) fizyki statystycznej a także fizyki komputerowej:

- Department of Physics, Boston University: H.E. Stanley ze współpracownikami
- Department of Physics, University of Palermo: R.N. Mantegna ze współpracownikami
- Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles: D. Sornette ze współpracownikami
- Ecole Normale Supérieure, Paris Cedex: J.-P. Bouchaud ze współpracownikami
- Department of Physics, University of Cologne: D. Stauffer ze współpracownikami
- Institute of Physics, Budapest University of Technology and Economics: J. Kertesz ze współpracownikami

Warto także wspomnieć o grupach skupionych wokół D. Farmera (Santa Fe Institute), M. Marsylli i Y.-C. Zhanga (University of Fribourg, Switzerland), P. Freunda (University of Chicago), D. Solomona (University of Jerusalem).

Obecnie uformowała się już społeczność ekonofizyków - dotyczy to także Polski. Na przykład, w roku 2003 powstała nowa sekcja PTF pn.: *Fizyka w Ekonomii i Naukach Społecznych*. Szacuje się, że ponad trzydziestu fizyków z takich ośrodków jak Politechnika Warszawska, Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Fizyki i Informatyki Akademii Górniczo-Hutniczej, Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk, Instytut Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego, Instytut Fizyki i Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego, Politechnika Gdańska, Instytut Fizyki Uniwersytetu Rzeszowskiego, czynnie uprawia ekonofizykę.

Poczynając od roku 2003 zorganizowano w Polsce cztery konferencje (dwie krajowe i dwie międzynarodowe):

1. *Applications of Physics in Financial Analysis*, Warszawa 2003 – konferencja międzynarodowa zorganizowana przez Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej. Materiały zamieszczono w czasopiśmie *Physica A* 344 (2004).
2. *First Polish Symposium on Econo- and Sociophysics*, Warszawa 2004 – konferencja krajowa zorganizowana wspólnie przez Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Warszawskiej. Materiały zamieszczono w *Acta Physica Polonica B* 36/8 (2005).
3. *Applications of Random Matrices to Economy and other Complex Systems*, Kraków 2005 – konferencja międzynarodowa zorganizowana przez Akademię Umiejętności oraz Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Materiały zamieszczono w *Acta Physica Polonica B* 36/9 (2005).
4. *Second Polish Symposium on Econo- and Sociophysics*, Kraków 2006 – konferencja krajowa zorganizowana przez Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej oraz Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Materiały ukażą się w czasopiśmie *Acta Physica Polonica B*.

Prace z ekonofizyki publikowane są w takich czasopismach jak:

- Physical Review Letters
- Physical Review
- Nature
- Physica A
- Computer Physics Communications

- Quantitative Finance
- The European Physical Journal
- International Journal of Modern Physics C

a ostatnio także w Acta Physica Polonica B.

Informacje związane z ekonofizyką zostały przez nas zgromadzone na stronie internetowej pod adresem: <http://ptf.fuw.edu.pl/fens/>

● Przyczyny o charakterze pragmatycznym

- Chcemy aby absolwenci tej specjalności uzyskali wielokierunkowe wykształcenie ogólne (fizyka, metody komputerowe fizyki, matematyka, ekonomia), które obok możliwości pracy w fizyce dałoby im szansę znalezienia pracy w szeroko rozumianych zastosowaniach fizyki a nawet poza nią. Tym samym, chcemy znacznie zwiększyć szanse zarówno uzyskania zatrudnienia przez naszych absolwentów jak też kontynuowania przez nich dalszych studiów aż do uzyskania doktoratu, właśnie np. na kierunku ekonofizycznym.
- Istnienie tego typu studiów magisterskich a w przyszłości doktoranckich na naszym Wydziale stanowiłoby dobry punkt wyjścia do nawiązania kontaktów z poważnymi instytucjami ekonomicznymi, które mogłyby np. sponsorować zajęcia dydaktyczne, prace magisterskie i doktorskie prowadzone na kierunku ekonofizyka a nawet na kierunku metody komputerowe fizyki.
- Prace magisterskie byłyby prowadzone przez pracowników naszego Wydziału oraz przez opiekunów naukowych np. z Wydziału Nauk Ekonomicznych, Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki a także opiekunów zewnętrznych ale pod nadzorem opiekuna specjalizacji.

2. Wymagania przy przyjęciu na specjalizację studentów, którzy zostali zakwalifikowani na IV rok studiów

1101-212	EKSPERYMENT FIZYCZNY W WARUNKACH EKSTREMALNYCH
1101-206	METODY MATEMATYCZNE FIZYKI (a)
albo	
1102-207	METODY MATEMATYCZNE FIZYKI (b)
1101-201B,C	ANALIZA MATEMATYCZNA B, C III
1102-304A	METODY NUMERYCZNE A I
1102-312A	METODY NUMERYCZNE A II
1101-313	Mechanika ośrodków ciągłych*
albo	
1102-612-06	Computer Simulations in Condensed Matter Physics – Computational Materials Science & Computer Simulations of Liquids*
1101-467	Wnioskowanie statystyczne*
albo	

1101-437 Analiza sygnałów*

1101-501 Astrofizyka dla fizyków*

* Należy zdać do końca studiów.

3. Studia specjalistyczne (III etap)

7 semestr

Dodatek (na przelomie września i października): Wstęp do mikroekonomii i makroekonomii
w sumie 2 x 3 godz. = 6 godz.

Numer	Przedmiot	Wyk/tydz	Ćw/tydz	Sem/tydz z	Godz	Zal	Pkt ECTS	Org
2400-PE1WPRa	Wprowadzenie do Ekonomii	2			30	Egz	2.5	WNE
2400-PE2MIK2a albo 2400-PE2MIK2b	Mikroekonomia albo Mikroekonomia	2 albo 2	2 albo 2		60 albo 60	--- ---	--- ---	WNE albo WNE
2400-PE2MAK2a	Makroekonomia II	2	1		45	---	---	WNE
2400-ZE3EKOa	Ekonometria*	2	2		60	---	---	WNE
1102-479	Fizyka Statystyczna	3	2		75	Egz	6	WF
1101-518	Wstęp do Modelowania Matematycznego i Komputerowego w Naukach Przyrodniczych	2	2		60	Zal na ocenę	5	WF
1101-494	Statystyka dla Fizyków*	2	2		60	Egz	5	WF
1101-659a	Proseminarium z Ekono- i Socjofizyki			1	15	Zal	1	WF
	Suma	15 do 11	11 do 7	1	405 do 285			

8 semestr

Numer	Przedmiot	Wyk/tydz z	Ćw/tydz	Sem/tydz z	Godz	Zal	Pkt ECTS	Org
2400-PE2MIK2a	Mikroekonomia	2	2		60	Egz	12	WNE
2400-PE2MAK2a	Makroekonomia II	2	2		60	Egz	10	WNE
2400-ZE3EKOa	Ekonometria*	2	2		60	Egz	9	WNE
1101-624	Niegaussowskie Procesy Stochastyczne w Naukach Przyrodniczych z Elementami Ekono- i Socjofizyki	2	2		60	Egz		WF
1000-329	Wstęp do Modelowania Matematycznego w Finansach i Ubezpieczeniach	2	2		60	Egz		WMIM
1101-659b	Proseminarium z Ekono- i Socjofizyki			1	15	Zal na ocenę	1	WF
	Suma	10 albo 8	10 albo 8	1	315 albo 255			

9 semestr

Numer	Przedmiot	Wyk/tydz	Ćw/tydz	Sem/tydz	Godz	Zal	Pkt ECTS	Org
2400-ZEWW135	Ekonometria w Zastosowaniach i Przykładach		2		30	---	---	WF/WNE
2400-ZE3EKOa	Ekonometria*	2	2		60	---	---	WNE
1101-592	Metody Fizyki w Ekonomii - Wprowadzenie	2	2		60	Egz	5	WF
1101-660	Seminarium z Ekono- i Socjofizyki			1	15	Zal na ocenę	1	WF
	Wykład Monograficzny/ Seminarium/Konwersatorium/ Laboratorium/Warsztaty/Kurs/Praktyki (proponowane przez opiekuna pracy magisterskiej)	(2)	(2)	(2)	30	Zal na ocenę/ Egz		WF/...
1101-494	Statystyka dla Fizyków*	2	2		60	Egz	5	WF
1101-OG15	Nowe Technologie	2			30	Sprawozdanie	2.5	WF
1000-208FIZ	Systemy Operacyjne	2	2		60	Egz	5	WMIM
	Przygotowanie Pracy Magisterskiej				150			WF
	Suma	6(8) do 10(12)	6(8) do 10(12)	1(3)	375 do 495			

10 semestr

Numer	Przedmiot	Wyk./tydz.	Ćw./tydz.	Sem/tyg	Godz	Zal	Pkt ECTS	Org
2400-ZEWW135	Ekonometria w Zastosowaniach i Przykładach		2		30	Zal na ocenę	3	WF/WNE
2400-ZE3EKOa	Ekonometria*	2	2		60	Egz	9	WNE
1101-660	Seminarium z Ekono- i Socjofizyki			1	15	Zal na ocenę	1	WF
	Wykład Monograficzny/ Seminarium/Konwersatorium/ Laboratorium/Warsztaty/Kurs/Praktyki (proponowane przez opiekuna pracy magisterskiej)	(2)	(2)	(2)	30	Zal na ocenę/ Egz		WF/...
	Kurs Systemu SAS	1	1		30	Zal na ocenę		WF/SASI
	Przygotowanie Pracy Magisterskiej				230			WF
	Suma	1(3) albo 3(5)	3(5) albo 5(7)	1(3)	335 albo 395			

Uwaga: przedmiot oznaczony * można zdać na roku IV albo V zgodnie z terminarzem.

4. Uwagi dotyczące organizacji specjalizacji

Przewidujemy corocznie ok. pięć miejsc na specjalizacji dla studentów III roku fizyki. Spodziewamy się, że w znacznej mierze studentami tej specjalizacji będą osoby studiujące także ekonomię bądź też takie, które ukończyły szkoły licealne o profilu ekonomicznym.

Postulujemy monitorowanie działalności specjalizacji (zwłaszcza w początkowym okresie jej funkcjonowania) tak aby można było na bieżąco dokonywać niezbędnych korekt merytoryczno-organizacyjnych.

5. Profil absolwenta

Absolwent powinien się charakteryzować:

- otwartością na różnorodne wymagania i potrzeby merytoryczne np. instytucji finansowych (banki, giełda, instytucje centralne, etc), ubezpieczeniowych, zajmujących się doradztwem ekonomicznym, prowadzących analizy i badania statystyczne (a w tym sondaże i prognozy) oraz
- chęcią dokończania się.

Absolwent powinien posiadać:

- umiejętność dostrzegania zarówno zjawisk i procesów fizycznych jak też ekonomicznych a także socjologicznych
- umiejętność pozyskiwania i opracowywania danych empirycznych a w tym zwłaszcza dużych rekordów danych
- umiejętność wizualizacji danych empirycznych
- umiejętność interpretacji danych oraz
- analizy danych (zwłaszcza empirycznych) oraz ich analizy matematycznej i numerycznej a także ich algorytmizowanie i modelowanie
- umiejętność modelowania matematycznego i algorytmizowania oraz umiejętność modelowania numerycznego i komputerowego a w tym zwłaszcza umiejętność projektowania i prowadzenia symulacji komputerowych oraz porównywania uzyskanych wyników teoretycznych z empirycznymi
- znajomość metod prognozowania i umiejętność ich praktycznego wykorzystywania
- umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych (np. składających się z ekonomistów, socjologów, psychologów, matematyków finansowych i ekonofizyków)