

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Matematyka w finansach i ekonomii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Ekonofizyka
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Econophysics
KOD PRZEDMIOTU	WiIT M oIIS C10 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	7.00
SEMESTRY	3

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
3	30	30	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przedstawienie podstaw fizycznego opisu rzeczywistości

**Cel 2** Ukazanie metod fizyki teoretycznej, przydatnych w matematyce, finansach i ekonomii

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawy analizy matematycznej, algebry i rachunku prawdopodobieństwa

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość podstaw fizycznego opisu zjawisk przyrodniczych

**EK2 Umiejętności** Umiejętność adekwatnego wyboru modelu fizycznego do opisu wybranych zjawisk

**EK3 Wiedza** Wiedza w zakresie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki

**EK4 Umiejętności** Praktyczna umiejętność wykorzystania metod ekonofizyki do opisu zjawisk na rynku finansowym oraz wyceny giełdowych instrumentów finansowych

**EK5 Kompetencje społeczne** Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wstęp: motywacja - fizyka a finanse. Fizyka a matematyka. Czym zajmuje się ekonofizyka? Cechy fizycznych układów złożonych a charakterystyka rynków finansowych. Przegląd klasycznych pojęć fizyki w ujęciu matematycznym.	6
<b>W2</b>	Procesy stochastyczne w fizyce: układy klasyczne i złożoność ich zachowania. Termodynamika fenomenologiczna i fizyka statystyczna - podstawy opisu zachowania wielociałowych układów złożonych. Klasyczne i kwantowe statystyki oraz funkcje rozkładu. Zespoły statystyczne a upływ czasu. Błądzenie przypadkowe w fizyce i finansach: ruchy Browna i dyfuzja. Klasyczne przeskoki losowe i kwantowe prawdopodobieństwa przejść. Fluktuacje klasyczne i kwantowe: fizyczne przykłady. Pomiar wielkości przypadkowych i fluktuacji fizycznych.	8
<b>W3</b>	Zjawiska fizyczne a opis idealnego rynku finansowego: Od dyfuzji do modelu Blacka-Scholesa. Równanie Blacka-Scholesa a równanie Schrödingera. Gaussowski charakter procesów fizycznych a hipoteza rynku gaussowskiego.	4
<b>W4</b>	Zagadnienia rynku rzeczywistego: przykłady niegaussowskiego charakteru zjawisk w fizyce i na rynkach finansowych. Założenia modelu Blacka-Scholesa a realia rynku finansowego.	6
<b>W5</b>	Fizyczne i techniczne metody analizy rynków finansowych: korelacje w fizyce i na rynku finansowym. Przykłady korelacji klasycznych i kwantowych. Analiza spektralna w fizyce. Sygnał i szum. Analiza techniczna danych finansowych. Teoria macierzy przypadkowych w opisie układów fizycznych i rynków finansowych. Przepływy turbulentne a dynamika cen. Zjawiska krytyczne a krachy na giełdzie.	6

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zagadnienia fizyczne z klasycznej dynamiki. Model gazu doskonałego. Funkcje stanu. Rozkład Boltzmanna. Suma statystyczna i wyznaczanie wielkości termodynamicznych. Rozkład Maxwella prędkości cząstek w gazie. Entropia fenomenologiczna i statystyczna. Zanik wykładniczy i zanik potęgowy. Statystyka Bosego i Fermiego. Przykłady rozwiązań równania Schrödingera. Operatory i równania własne. Wartości średnie operatorów. Probabilistyczna interpretacja funkcji falowej. Fluktuacje i zaburzenia - rozmaite przykłady. Wycena instrumentów pierwotnych i pochodnych.	30

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady (w sytuacji zdalnego nauczania prowadzone on-line w czasie rzeczywistym)

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Dyskusja na ćwiczeniach (w sytuacji zdalnego nauczania prowadzona w czasie rzeczywistym)

**N4** Ćwiczenia rachunkowe (rozwiązywanie zagadnień problemowych w czasie rzeczywistym)

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	20
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
platforma e-learning	60
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>210</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	7.00

## 9 SPOSOBY OCENY

Ocena z przedmiotu w oparciu o wskaźnik procentowy osiągnięcia efektów uczenia się obliczony jako średnia ważona ocen formujących. Prace etapowe, zaliczenia i egzamin będą przeprowadzane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość (platforma e-learning Moodle, MS Teams).

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Test

**F2** Projekt indywidualny

**F3** Rozwiązanie zadania problemowego (zadanie na platformie e-learning)

**F4** Aktywne uczestnictwo w zajęciach (także w zajęciach prowadzonych zdalnie)

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**P2** Egzamin

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** osiągnięcie wszystkich przedmiotowych efektów uczenia się w co najmniej minimalnym stopniu

**W2** pozytywna ocena z egzaminu

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Aktywność na platformie e-learning

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik procentowy poniżej 50%. Brak wystarczającej znajomości podstaw fizycznego opisu zjawisk przyrodniczych. Minimalny zakres znajomości podstaw fizycznego opisu zjawisk przyrodniczych nie został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 51% - 60%. Opanowanie podstaw fizycznego opisu zjawisk w stopniu dostatecznym. Minimalny zakres znajomości podstaw fizycznego opisu zjawisk przyrodniczych.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 61% - 70%. Opanowanie podstaw fizycznego opisu zjawisk w stopniu dość dobrym. Poprawna znajomość podstaw fizycznego opisu zjawisk, ale towarzyszą temu znaczące błędy.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 71% - 80%. Opanowanie podstaw fizycznego opisu zjawisk w stopniu dobrym. Solidna znajomość podstaw fizycznego opisu zjawisk, lecz z pewnymi błędami.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 81% - 90%. Opanowanie podstaw fizycznego opisu zjawisk w stopniu ponad dobrym. Ponadprzeciętna znajomość podstaw fizycznego opisu zjawisk, lecz z pewnymi drobnymi błędami i nieścisłościami.

NA OCENĘ 5.0	Wskaźnik procentowy wynosi co najmniej 91%. .Opanowanie podstaw fizycznego opisu zjawisk w stopniu bardzo dobrym. Wyśmienita i bezbłędna znajomość omawianych podstaw fizycznego opisu zjawisk przyrodniczych,
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik procentowy poniżej 51%. Brak wystarczającej umiejętności opisu wybranych zjawisk, brak umiejętności praktycznej wykorzystania wiadomości w opisie podstawowych zjawisk fizycznych i ekonofizycznych. Minimalny poziom umiejętności nie został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 51% - 60%.. Umiejętność opisu wybranych zjawisk fizycznych w stopniu dostatecznym. Minimalny poziom umiejętności został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 61% - 70%. Umiejętność opisu wybranych zjawisk fizycznych w stopniu dość dobrym. Pewne minimalne umiejętności zdobyte, ale towarzyszą temu znaczące braki.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 71% - 80%. Umiejętność opisu wybranych zjawisk fizycznych w stopniu dobrym. Solidny zasób umiejętności, lecz z pewnymi brakami.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 81% - 90%. Umiejętność opisu wybranych zjawisk fizycznych w stopniu ponad dobrym. Ponadprzeciętne umiejętności, lecz z pewnymi drobnymi błędami i nieścisłościami.
NA OCENĘ 5.0	Wskaźnik procentowy wynosi co najmniej 91%. Umiejętność opisu wybranych zjawisk fizycznych w stopniu bardzo dobrym. Wykazanie bezbłędnych umiejętności w zakresie adekwatnego wyboru modelu fizycznego do opisu wybranych zjawisk.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik procentowy poniżej 51%. Brak wystarczającej wiedzy w zakresie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki. Minimalny poziom nie został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 51% - 60%. Opanowanie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dostatecznym. Minimalna znajomość omawianych podstawowych pojęć i metod ekonofizyki.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 61% - 70%. Opanowanie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dość dobrym. Poprawna znajomość w minimalnym stopniu, lecz towarzyszą temu znaczące braki.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 71% - 80%. Opanowanie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dobrym. Solidna znajomość podstawowych pojęć i metod ekonofizyki, lecz z pewnymi błędami.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 81% - 90%. Opanowanie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki w stopniu ponad dobrym. Ponadprzeciętna znajomość podstawowych pojęć i metod ekonofizyki, lecz z pewnymi drobnymi błędami i nieścisłościami.

NA OCENĘ 5.0	Wskaźnik procentowy wynosi co najmniej 91%. Opanowanie podstawowych pojęć i metod ekonofizyki w stopniu bardzo dobrym. Wyśmienita i bezbłędna znajomość omawianych podstawowych pojęć i metod ekonofizyki.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik procentowy poniżej 51%. Brak wystarczającej umiejętności wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki do opisu zjawisk na rynku finansowym i wyceny giełdowych instrumentów finansowych. Minimalny poziom tych umiejętności nie został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 51% - 60%. Umiejętność wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dostatecznym. Minimalny poziom umiejętności został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 61% - 70%. Umiejętność wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dość dobrym. Pewne minimalne umiejętności zdobyte, ale towarzyszą temu znaczące braki.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 71% - 80%. Umiejętność wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki w stopniu dobrym. Solidny zasób tych umiejętności, lecz z pewnymi brakami.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 81% - 90%. Umiejętność wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki w stopniu ponad dobrym. Ponadprzeciętne umiejętności, lecz z pewnymi drobnymi błędami i nieścisłościami.
NA OCENĘ 5.0	Wskaźnik procentowy wynosi co najmniej 91%. Umiejętność wykorzystania pojęć i metod ekonofizyki w stopniu bardzo dobrym. Wykazanie bezbłędnych umiejętności w zakresie wykorzystania metod ekonofizyki do opisu zjawisk na rynku finansowym oraz wyceny giełdowych instrumentów finansowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Wskaźnik procentowy poniżej 51%. Brak wystarczającej gotowości do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki - brak aktywności w tym zakresie.
NA OCENĘ 3.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 51% - 60%. Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki w stopniu dostatecznym. Minimalny poziom tych kompetencji został osiągnięty.
NA OCENĘ 3.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 61% - 70%. Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki w stopniu dość dobrym. Pewne minimalne kompetencje zdobyte, ale towarzyszą temu znaczące braki.
NA OCENĘ 4.0	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 71% - 80%. Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki w stopniu dobrym. Solidny zasób tych kompetencji, lecz z pewnymi brakami.
NA OCENĘ 4.5	Wskaźnik procentowy mieści się w zakresie 81% - 90%. Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki w stopniu ponad dobrym. Ponadprzeciętne kompetencje, lecz z pewnymi drobnymi niedostatkami.

NA OCENĘ 5.0	Wskaźnik procentowy wynosi co najmniej 91%. Gotowość do poszerzania swojej wiedzy i umiejętności w zakresie ekonofizyki w stopniu bardzo dobrym. Wykazanie pełnych kompetencji w tym zakresie.
--------------	--

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W07 K_W08 K_W09	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F3 F4 P1 P2
EK2	K_U06 K_U12 K_U17	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK3	K_W09	Cel 2	W2 W3 W4 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F3 F4 P1 P2
EK4	K_U17 K_U18	Cel 2	W3 W4 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK5	K_K01 K_K02 K_K06	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 C1	N1 N2 N3 N4	F2 F3 F4

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **R.N. Mantegna, H.E. Stanley** — *Ekonofizyka. Wprowadzenie*, Warszawa, 2001, PWN
- [2 ] **J. Voit** — *The Statistical Mechanics of Financial Markets*, Berlin, 2001, Springer
- [3 ] **W. I. Arnold** — *Metody matematyczne mechaniki klasycznej*, Warszawa, 1981, PWN
- [4 ] **K. Maurin** — *Matematyka a fizyka*, Warszawa, 2010, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **F.W. Byron, R. W. Fuller** — *Matematyka w fizyce klasycznej i kwantowej, t.1*, Warszawa, 1975, PWN
- [2 ] **A. Weron, R. Weron** — *Inżynieria finansowa*, Warszawa, 2018, WNT
- [3 ] **K. Jajuga, T. Jajuga** — *Inwestycje*, Warszawa, 2007, PWN
- [4 ] **M. Wiciak** — *Wybrane zagadnienia teorii opcji*, Kraków, 2007, Wydawnictwo PK

[5 ] P. Wilmott, S. Howison, J. Dewynne — *The Mathematics of Financial Derivatives*, Cambridge, 1999, Cambridge University Press

#### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] Raymond A. Serway, John W. Jewett — *Physics for Scientists and Engineers*, Boston, 2019, Cengage

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Robert Gębarowski (kontakt: rgebarowski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr Robert Gębarowski (kontakt: rgebarowski@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....