

## Szczegółowy opis zajęć (KARTA PRZEDMIOTU)

**Nazwa zajęć:** MODELOWANIE i SYMULACJA STOCHASTYCZNA

**Kod zajęć:** Mod

**Przynależność do grupy zajęć:** Modelowanie i symulacja stochastyczna (grupa zajęć nr 5)

**Rodzaj zajęć:** kierunkowy  
obowiązkowy

**Kierunek studiów:** **Matematyka**

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil studiów:** ogólnoakademicki

**Forma studiów:** stacjonarne

**Specjalność (specjalizacja):** wszystkie

**Rok studiów:** pierwszy

**Semestr studiów:** I

**Formy prowadzenia zajęć, wraz z liczbą godzin dydaktycznych:**

wykłady – 30;  
ćwiczenia – 15;  
laboratorium - 15.

**Język/i, w którym/ch prowadzone są zajęcia:** polski

**Liczba punktów ECTS (zgodnie z programem studiów):** 5

1. Założenia przedmiotu: Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawowymi modelami stochastycznymi wykorzystywanymi w naukach technicznych, ekonomicznych i przyrodniczych, a także z podstawami symulacji stochastycznej.
2. Odniesienie kierunkowych efektów uczenia się do form prowadzenia zajęć oraz sposobów weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta:

symbol	zakładane efekty uczenia się student, który zaliczył zajęcia:	formy prowadzenia zajęć	sposoby weryfikacji i oceny efektu uczenia się
Wiedza: zna i rozumie			
K2A_W01 K2A_W02 K2A_W07	E1: pojęcie procesu Poissona i jego najważniejsze własności	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium
K2A_W01 K2A_W02 K2A_W07	E2: podstawy teorii dyskretnych łańcuchów Markowa	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium
K2A_W15	E3: zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu wystarczającym do samodzielnej pracy w zawodzie matematyka	laboratorium	oświadczenie
Umiejętności: potrafi			
K2A_W07 K2A_U10 K2A_U15 K2A_U17	E4: w stopniu podstawowym stosować wybrane klasy procesów stochastycznych w modelowaniu praktycznych zagadnień technicznych, ekonomicznych lub przyrodniczych	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium, projekt
K2A_U11 K2A_U17	E5: stosować w praktyce wybrane procedury generowania zmiennych losowych oraz symulacji stochastycznej	wykład, ćwiczenia, laboratorium	kolokwium, projekt
K2A_W13 K2A_U19	E6: wykorzystywać podstawowe możliwości wybranych pakietów oprogramowania w obliczeniach symbolicznych i statystycznej obróbce danych	laboratorium	projekt
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
K2A_K03 K2A_K04 K2A_K05	E7: pracy zespołowej, a także rozumie konieczność systematycznej pracy nad projektami o charakterze długofalowym	laboratorium	projekt

3. Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się (zgodnie z programem studiów):

Podstawy teorii procesów stochastycznych. Proces Poissona prosty, złożony i niejednorodny. Elementy teorii odnowy. Proces odnowy i równanie odnowy. Łańcuchy Markowa z czasem ciągłym i dyskretnym. Klasyfikacja stanów łańcucha Markowa. Rozkład ergodyczny. Podstawowe modele kolejkowe. Proces gałązkowy Galtona-

Watsona. Podstawy symulacji stochastycznej. Podstawowe metody symulacji zmiennych losowych oraz wybranych procesów stochastycznych.

#### 4. Opis sposobu wyznaczania punktów ECTS:

Forma aktywności	Liczba godzin / punktów ECTS
Liczba godzin zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia	60 / 2
Praca własna studenta: przygotowanie do zajęć (w tym do kolokwium)	30 / 1
Praca własna studenta: przygotowanie projektu i prezentacji	60 / 2
<b>Suma godzin</b>	<b>150 / 5</b>
<b>Liczba punktów ECTS przypisana do zajęć</b>	<b>5</b>

Objaśnienia:

\* – praca własna studenta, należy wymienić formy aktywności, np. *przygotowanie do zajęć, interpretacja wyników, opracowanie raportu z zajęć, przygotowanie do egzaminu, zapoznanie się z literaturą, przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania itp.*

\*\* – inne np. *dodatkowe godziny zajęć*

#### 5. Wskaźniki sumaryczne:

- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów: 60 godzin, 5 punktów ECTS
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach związanych z prowadzoną w Politechnice Śląskiej działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim: 60 godzin, 5 punktów ECTS
- liczba godzin zajęć oraz liczba punktów ECTS na zajęciach kształtujących umiejętności praktyczne – w przypadku studiów o profilu praktycznym: nie dotyczy
- liczba godzin zajęć prowadzonych przez nauczycieli akademickich zatrudnionych w Politechnice Śląskiej jako podstawowym miejscu pracy: 60 godzin

#### 6. Osoby prowadzące poszczególne formy zajęć (*imię, nazwisko, stopień naukowy lub stopień w zakresie sztuki, tytuł profesora, służbowy adres e-mail*):

Wykład, ćwiczenia i laboratorium: dr hab. inż. Wojciech Kempa, prof. PŚ

#### 7. Szczegółowy opis form prowadzenia zajęć:

##### 1) wykłady:

- szczegółowe treści programowe:

Podstawy teorii procesów stochastycznych. Proces Poissona prosty, złożony i niejednorodny. Elementy teorii odnowy. Proces odnowy i równanie odnowy. Łańcuchy Markowa z czasem ciągłym i dyskretnym. Klasyfikacja stanów łańcucha Markowa. Rozkład ergodyczny. Podstawowe modele kolejkowe. Proces gałązkowy Galtona-Watsona. Podstawy symulacji stochastycznej. Podstawowe metody symulacji zmiennych losowych oraz wybranych procesów stochastycznych.

- stosowane metody kształcenia, w tym metody i techniki kształcenia na odległość:

Wykład prowadzony jest w klasycznej formie tablicowej.

- forma i kryteria zaliczenia, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:

W czasie trwania kursu student pracuje nad realizacją 7 efektów uczenia się (wymienionych w karcie przedmiotu), z których weryfikacji punktowej podlegają efekty E1, E2, E4, E5, E6 i E7; efekt E3, dotyczący przepisów BHP, jest weryfikowany poprzez złożenie stosownego oświadczenia przez studenta. Łącznie w czasie trwania kursu student może uzyskać maksymalnie 100 punktów w następujący sposób:

- 0-40 pkt. podczas kolokwium przeprowadzanego na wykładzie, weryfikującego efekty uczenia się E1, E2 i E5;
- 0-20 pkt. podczas kolokwium przeprowadzanego na ćwiczeniach, weryfikującego efekt uczenia się E4;
- 0-5 pkt. za aktywność podczas ćwiczeń;
- 0-30 pkt. za projekt przygotowywany podczas zajęć laboratoryjnych, weryfikujący efekty uczenia się E4, E5, E6 i E7; studenci przygotowują projekt w grupach liczących co najmniej 2 osoby i są zobowiązani do wyraźnego wskazania wykonawców poszczególnych jego części (ewentualnie ich udziału procentowego w wykonaniu danego zadania), a także do zaprezentowania go podczas zajęć w formie multimedialnej;
- 0-5 pkt. za aktywność podczas zajęć laboratoryjnych.

Aby uzyskać zaliczenie na ocenę pozytywną student musi zdobyć co najmniej 41 punktów oraz uzyskać z każdego z efektów uczenia się E1, E2, E4, E5, E6 i E7 co najmniej 30% przewidzianej dla niego liczby punktów. Dla osób, które po zakończeniu zajęć programowych nie uzyskają pozytywnej oceny, nie zaliczą co najmniej jednego z efektów uczenia się lub będą chciały poprawić uzyskaną ocenę, w czasie trwania sesji egzaminacyjnej zorganizowane zostanie jedno kolokwium poprawkowe, na którym będzie możliwość poprawy jednego z kolokwiów lub wybranego/wybranych efektu/efektów uczenia się.

- organizacja zajęć oraz zasady udziału w zajęciach, ze wskazaniem czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa, ale może być kontrolowana.

2) opis pozostałych form prowadzenia zajęć:

Ćwiczenia tablicowe oraz zajęcia laboratoryjne stanowiąc będą ilustrację zagadnień prezentowanych na wykładzie. W szczególności, podczas zajęć w laboratorium studenci wykorzystywać będą co najmniej jeden pakiet oprogramowania służący do obliczeń symbolicznych i co najmniej jeden program do statystycznej obróbki danych.

8. Opis sposobu ustalania oceny końcowej (zasady i kryteria przyznawania oceny, a także sposób obliczania oceny w przypadku zajęć, w skład których wchodzi więcej niż jedna forma prowadzenia zajęć, z uwzględnieniem wszystkich form prowadzenia zajęć oraz wszystkich terminów egzaminów i zaliczeń, w tym także poprawkowych):

Ocenę końcową z przedmiotu na podstawie ilości zdobytych punktów oblicza się w następujący sposób:

- 0-40 niedostateczny (2.0)
- 41-55 dostateczny (3.0)
- 56-70 plus dostateczny (3.5)
- 71-80 dobry (4.0)
- 81-90 plus dobry (4.5)
- 91-100 bardzo dobry (5.0)

9. Sposób i tryb uzupełniania zaległości powstałych wskutek:

- nieobecności studenta na zajęciach: w przypadku usprawiedliwionej nieobecności studenta podczas kolokwium/kolokwiów lub zaplanowanej prezentacji projektu laboratoryjnego, student zobowiązany jest do zaliczenia w/w w trybie indywidualnym, konsultując się wcześniej z prowadzącym zajęcia.
- różnic w programach studiów osób przenoszących się z innego kierunku studiów, z innej uczelni albo wznawiających studia na Politechnice Śląskiej: każdy tego typu przypadek będzie rozpatrywany indywidualnie przez prowadzącego przedmiot, który ustali tryb i sposób uzupełnienia zaległości.

10. Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności zajęć:

Znajomość zagadnień analizy matematycznej, algebry, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki w zakresie studiów matematycznych I stopnia.

11. Zalecana literatura oraz pomoce naukowe:

- (1) W. Niemiro, *Symulacje stochastyczne i metody Monte Carlo*, Uniwersytet Warszawski, 2013;
- (2) S. M. Ross, *Introduction to probability models*, 10<sup>th</sup> Edition, Academic Press, 2010;
- (3) H. M. Taylor, S. Karlin, *An introduction to stochastic modelling*, 3<sup>rd</sup> Edition, Academic Press, 1998;
- (4) R. Snopkowski, *Symulacja stochastyczna*, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2007;
- (5) H.C. Tijms, *A first course in stochastic models*, Wiley, 2003.

12. Opis kompetencji prowadzących zajęcia (*np. publikacje, doświadczenie zawodowe, certyfikaty, szkolenia itp. związane z treściami programowymi realizowanymi w ramach zajęć*):

Prowadzący zajęcia (wykład, ćwiczenia i zajęcia laboratoryjne) ma ponad dwudziestoletnie doświadczenie zawodowe w pracy dydaktycznej na wyższej uczelni, a także bogaty dorobek naukowy w dziedzinie związanej z tematyką zajęć.

13. Inne informacje: