**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy badań operacyjnych

**Koordynator przedmiotu:**

Krzysztof Pieńkosz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

POBO

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

82

udział w wykładach: 15\*2 godz. = 30 godz.,
udział w zajęciach laboratoryjnych: 5\* 3 godz. = 15 godz.,
przygotowanie do kolejnych wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury): 4 godz.,
udział w konsultacjach: 2 godz. w semestrze,
przygotowanie do kolokwiów 2 \* 8 godz. = 16 godz.,
przygotowanie do laboratoriów, w tym rozwiązanie zadań domowych: 5 \* 3 godz.= 15 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

udział w wykładach: 15\*2 godz. = 30 godz.,
udział w zajęciach laboratoryjnych: 5\* 3 godz. = 15 godz.,
udział w konsultacjach: 2 godz.,
w sumie: 30 + 15 + 2 = 47 godz. – ok. 2 punkty ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

udział w zajęciach laboratoryjnych: 5\* 3 godz. = 15 godz.,
przygotowanie do kolejnych wykładów: 4 godz.,
przygotowanie do laboratoriów, w tym rozwiązanie zadań domowych: 5 \* 3 godz.= 15 godz.,
przygotowanie do kolokwiów 2 \* 8 godz. = 16 godz.,
w sumie 15 + 4+15 + 16 = 50 godz. – ok. 2 punkty ECTS.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość matematyki na poziomie I roku studiów: zbiory, grafy, szeregi, układy równań liniowych, podstawowe pojęcia rachunku prawdopodobieństwa.

**Limit liczby studentów:**

120

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest syntetyczne przedstawienie podstawowych modeli matematycznych, metod i narzędzi badań operacyjnych (w szczególności optymalizacji i symulacji) stosowanych do formułowania i rozwiązywania problemów decyzyjnych w różnorodnych zastosowaniach informatyki. Ukazanie zastosowań tych modeli na przykładach projektowania i analizy systemów komputerowych oraz sieci teleinformatycznych, w systemach wspomagania decyzji, przy planowaniu i harmonogramowaniu procesów produkcji i dystrybucji dóbr i usług oraz w systemach zarządzania. Osiągnięcie podstawowych umiejętności modelowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w wymienionym zakresie z użyciem odpowiednich narzędzi informatycznych.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu
Wprowadzenie do Badań Operacyjnych (2h). Przedmiot Badań Operacyjnych - przykładowe zagadnienia i wybrane dziedziny zastosowań. Zdefiniowanie podstawowych pojęć z zakresu Badań Operacyjnych. Opis ogólnej metodologii Badań Operacyjnych: identyfikacja problemu, budowa modelu, opracowanie metody (algorytmu) rozwiązywania, proces rozwiązywania, analiza rozwiązań, weryfikacja i walidacja modelu, wdrożenie.
Modele planowanie przedsięwzięć (4h). Metoda ścieżki krytycznej. Określenie najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów realizacji zadań. Wyznaczenie ścieżki krytycznej i zapasów czasu. Problem planowania przedsięwzięć z ograniczeniami zasobowymi. Uwzględnienie możliwości skracania operacji przy dodatkowych kosztach. Analiza problemu planowania przedsięwzięć przy ograniczonym dostępie zasobów odnawialnych (pracowników, pamięci komputerowej itp.). Uwzględnienie niepewności w planowaniu przedsięwzięć - metoda PERT.

Programowanie liniowe (4h). Podstawowe pojęcia z zakresu Programowania liniowego. Formułowanie modeli programowania liniowego na przykładach wybranych problemów decyzyjnych. Interpretacja graficzna Zadania Programowania Liniowego przy dwóch zmiennych decyzyjnych. Analiza parametryczna rozwiązań w zależności od wartości współczynników funkcji celu i ograniczeń. Omówienie algorytmu sympleks. Dualność w programowaniu liniowym, interpretacja cen dualnych.
Modele programowania nieliniowego i optymalizacji dyskretnej (3h). Praktyczne ograniczenia w stosowaniu modeli programowania liniowego. Przykładowe problemy decyzyjne prowadzące do zadań programowania nieliniowego i dyskretnego. Relacje pomiędzy rozwiązaniami problemu dyskretnego i jego relaksacji ciągłej. Charakterystyka metod rozwiązywania zadań optymalizacji dyskretnej. Uwagi nt. złożoności obliczeniowej problemów i algorytmów.
Programowanie dynamiczne (2h). Sformułowanie wieloetapowego problemu decyzyjnego. Definicja etapu i stanu. Zasada optymalności Bellmana. Reprezentacja problemu z dyskretną i skończoną przestrzenią stanów za pomocą grafu. Wyznaczenie optymalnej trajektorii sterowania. Przykłady zastosowań metody programowania dynamicznego. Przekształcanie problemów decyzyjnych do zagadnień wieloetapowych.
Modele sieciowe (4h). Modele sieci przepływowych: zagadnienie maksymalnego i najtańszego przepływu. Właściwości modeli sieciowych. Formułowanie przykładowych zadań transportowych, przydziału, harmonogramowania w postaci zadań sieciowych. Reprezentacja zadań przepływu w sieciach w postaci zadania programowania liniowego. Omówienie przykładowych problemów decyzyjnych modelowanych za pomocą sieci przepływowych.

Problemy szeregowania zadań na procesorach (2h). Wprowadzenie do zagadnień szeregowania: zadania podzielne i niepodzielne, zależności czasowe między operacjami i zadaniami, typowe kryteria szeregowania. Klasyczne problemy szeregowania: problem przepływowy, gniazdowy, systemy otwarte. Wybrane metody szeregowania: reguły priorytetowe szeregowania zadań na jednym procesorze, szeregowanie zadań na dwóch procesorach - algorytm Johnsona. Dynamiczne reguły szeregowania.
Systemy masowej obsługi (3h). Modele systemów masowej obsługi: źródła zgłoszeń, stanowiska obsługi, kolejki, czasy zgłoszeń i obsługi. Charakterystyki funkcjonowania systemów obsługi w stanie ustalonym. Analiza prostego systemu obsługi typu (M|M|c) o ograniczonej pojemności i zadanych parametrach. Wyprowadzenie wzorów na charakterystyki funkcjonowania systemu.

Sieci kolejkowe (4h). Modele otwartych sieci kolejkowych. Analiza sieci z dwoma szeregowymi stanowiskami. Twierdzenie Jacksona o dekompozycji sieci. Przykłady analizy modeli otwartych sieci kolejkowych o różnych strukturach. Modele zamkniętych sieci kolejkowych. Metoda analizy wartości średnich. Przykłady zastosowań.

Zakres laboratorium
Ćwiczenie 1 - Modele symulacyjne procesów dyskretnych

Analiza deterministycznego systemu obsługi składającego się z kilku stanowisk. Formułowanie modelu symulacyjnego przy wykorzystaniu programu Micro Saint. Symulacja procesu obsługi i weryfikacja modelu symulacyjnego. Dobór reguł sterujących przy różnych kryteriach szeregowania.
Ćwiczenie 2 - Planowanie przedsięwzięć

Formułowanie modelu przedsięwzięcia w postaci sieci projektu. Wyznaczenie najwcześniejszych i najpóźniejszych terminów realizacji zadań. Określenie ścieżki krytycznej i zapasów czasowych dla poszczególnych zadań. Wprowadzenie i rozwiązanie zadania za pomocą programu MS Project. Analiza i modyfikacja harmonogramu realizacji przedsięwzięcia przy uwzględnieniu ograniczeń na zasoby odnawialne. Uwzględnianie możliwości skracania czasu wykonywania zadań przy dodatkowych nakładach finansowych.
Ćwiczenie 3 - Programowanie liniowe i całkowitoliczbowe
Formułowanie modeli liniowych dla przykładowych problemów decyzyjnych. Rozwiązanie problemów przy wykorzystaniu programu AMPL Plus. Analiza rozwiązań i weryfikacja modeli. Badanie wrażliwości rozwiązań optymalnych na zmianę wskazanych parametrów.
Ćwiczenie 4 - Modele sieciowe
Analiza różnych wariantów zadania przydziału: formułowanie modelu sieciowego, rozwiązanie przy użyciu programu ModGraf, formułowanie modelu liniowego i rozwiązywanie za pomocą programu AMPL Plus, porównanie wyników. Analiza i rozwiązywanie zadania transportowego.

**Metody oceny:**

Oceniane są zadania domowe, ćwiczenia laboratoryjne wykonywane indywidualnie oraz kolokwia.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Toczyłowski E.: Podstawy Badań Operacyjnych, preskrypt do wykładu POBO.
2. Ignasiak E. (red.): Badania operacyjne, PWE.
3. Sysło M. M., Deo N., Kowalik J.S.: Algorytmy optymalizacji dyskretnej, PWN.
4. Jędrzejczyk Z., Kukuła K., Skrzypek J., Walkosz A.: Badania operacyjne w przykładach i zadaniach, PWN.

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103B-ARxxx-ISP-POBO

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna metodologię badań operacyjnych i podstawowe modele stosowane do rozwiązywania zadań decyzyjnych.

Weryfikacja:

Zadania domowe 1-5, laboratoria 1-5, kolokwia 1-2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Zna pojęcia z zakresu optymalizacji umożliwiające modelowanie zadań decyzyjnych.

Weryfikacja:

Zadania domowe 1-4, laboratoria 1-4, kolokwia 1-2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka W3:**

Ma podstawową wiedzę z zakresu systemów masowej obsługi umożliwiającą przeprowadzenie analizy oraz symulacji prostego systemu.

Weryfikacja:

Zadania domowe 1 i 5, laboratoria 1 i 5, kolokwium 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi sformułować model programowania liniowego (PL) dla prostego problemu decyzyjnego

Weryfikacja:

Zadanie domowe 3, laboratorium 3, kolokwia 1-2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U25

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka U3:**

Zaplanować przedsięwzięcie metodą ścieżki krytycznej, wyznaczyć zapasy czasu poszczególnych operacji i utworzyć harmonogram realizacji przedsięwzięcia z uwzględnieniem standardowych wymagań.

Weryfikacja:

Zadanie domowe 2, laboratorium 2, kolokwium 1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U25

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka U4:**

Umie zastosować model sieci przepływowej do rozwiązania problemu decyzyjnego.

Weryfikacja:

Zadanie domowe 4, laboratorium 4, kolokwium 2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U25

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka U5:**

Umie sformułować i rozwiązać za pomocą standardowego oprogramowania problem decyzyjny dyskretny

Weryfikacja:

Zadania domowe 3-4, laboratoria 3-4

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U25

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka U6:**

Potrafi przeprowadzić symulację procesu dyskretnego dla różnych reguł szeregowania zadań

Weryfikacja:

Zadanie domowe 1, laboratorium 1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U20

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.3.o