

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Modelowanie matematyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modelowanie procesów dyskretnych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI M oIIS D2 13/14            |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 6.00                             |
| SEMESTRY                                | 2                                |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 2       | 30     | 0         | 0            | 0                                | 0          | 30      |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zaznajomienie studentów z problematyką szeregowania zadań.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z budowaniem modeli procesów dyskretnych w kategoriach sieci Petriego.

**Cel 3** Zapoznanie studentów z grafowymi i analitycznymi metodami badania własności modeli sieciowych.

Cel 4 Zaznajomienie studentów z programowaniem modeli symulacyjnych.

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

- 1 Wiadomości z przedmiotu "Algorytmy i struktury danych".
- 2 Umiejętność programowania w językach - C++, C# lub Java.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna pojęcia związane z problematyką szeregowania zadań.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi implementować algorytmy rozwiązania postawionego problemu szeregowania, potrafi przeanalizować oraz zweryfikować otrzymane wyniki.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi budować modele wybranych procesów dyskretnych w kategoriach sieci Petriego.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zbadać podstawowe własności modelu sieciowego, wykorzystując poznane metody analizy.

**EK5 Umiejętności** Student potrafi zbudować i zaimplementować algorytm symulacji procesów dyskretnych.

**EK6 Wiedza** Student objaśnia idee podstawowych metod i algorytmów optymalizacji dyskretniej oraz dokonuje charakterystyki porównawczej.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                      |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                               | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do przedmiotu. Przegląd modeli, metod modelowania i symulacji procesów dyskretnych. Odzworowanie w modelach pojęć: czasu, zdarzenia, działania, procesu, stanu procesu. | 2                |
| <b>W2</b> | Zagadnienie szeregowania zadań. Modele systemów: przepływowy, otwarty, gniazdowy, równoległy. Kryteria optymalizacji uszeregowania. Wybrane algorytmy szeregowania.                  | 4                |
| <b>W3</b> | Szeregowanie zadań cyklicznych. Algorytmy: RMS, DMS, EDF. Warunki szeregowalności zadań.                                                                                             | 2                |
| <b>W4</b> | Modelowanie procesów dyskretnych w oparciu o sieci Petriego. Wprowadzenie do teorii sieci Petriego. Sieci P/T i sieci znakowane.                                                     | 2                |
| <b>W5</b> | Własności strukturalne i dynamiczne modelu sieciowego: żywotność, osiągalność znakowań, ograniczoność, bezpieczeństwo i zachowawczość. Przykłady modeli sieciowych.                  | 2                |
| <b>W6</b> | Metody grafowe analizy sieci Petriego. Drzewo osiągalności znakowań. Algorytm budowania drzewa. Graf pokrycia znakowań.                                                              | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W7</b>  | Algebraiczna reprezentacja sieci Petriego. Niezmienniki sieci: miejsc i przejść. Metody analizy sieci przy użyciu niezmienników.                                                                                  | 2                |
| <b>W8</b>  | Czasowe sieci Petriego. Modelowanie procesów współbieżnych i asynchronicznych.                                                                                                                                    | 2                |
| <b>W9</b>  | Narzędzia symulacyjne procesów dyskretnych. Pakiet oprogramowania GPSS (General Purpose Simulation System). Elementy programowania w języku GPSS.                                                                 | 4                |
| <b>W10</b> | Programowanie modeli symulacyjnych w oparciu o metody: planowania zdarzeń, przeglądu działań i interakcji procesów.                                                                                               | 2                |
| <b>W11</b> | Przegląd metod optymalizacji dyskretniej. Schematy przeglądu niejawnego. Metoda podziału i ograniczeń B&B (Branch and Bound) Zastosowania metody do rozwiązywania zagadnień szeregowania i problemu komiwojażera. | 2                |
| <b>W12</b> | Algorytmy metaheurystyczne w optymalizacji dyskretniej. Algorytm TS (Tabu search), SA (Simulated annealing), GA (Greedy approach).                                                                                | 2                |
| <b>W13</b> | Złożoność obliczeniowa problemów optymalizacji dyskretniej. Problemy NP-complete.                                                                                                                                 | 2                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Implementacja algorytmów rozwiązywania zagadnienia szeregowania dla kryterium całkowitego czasu zakończenia wykonywania zadań Cmax. | 4                |
| <b>P2</b> | Implementacja algorytmów rozwiązywania zagadnienia szeregowania dla kryterium maksymalnego opóźnienia Lmax.                         | 4                |
| <b>P3</b> | Zapoznanie z graficznym edytorem i symulatorem sieci Petriego PND (Petri net draw).                                                 | 2                |
| <b>P4</b> | Modelowanie z wykorzystaniem sieci klasy P/T. Zastosowanie symulatora PND.                                                          | 4                |
| <b>P5</b> | Modelowanie procesów współbieżnych i asynchronicznych z wykorzystaniem czasowych sieci Petriego.                                    | 4                |
| <b>P6</b> | Zapoznanie z obsługą pakietu oprogramowania GPSS (General Purpose Simulation System).                                               | 2                |
| <b>P7</b> | Programowanie modeli symulacyjnych w środowisku GPSS. Implementacja metod - planowania zdarzeń oraz przeglądu działań.              | 6                |
| <b>P8</b> | Zastosowanie GPSS w sterowaniu procesów równoległych. Implementacja metody interakcji procesów.                                     | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Konsultacje

N5 Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 60                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 20                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 40                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 6.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Ćwiczenie praktyczne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

|                     |                                                                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna typy systemów wykonawczych oraz dedykowane tym systemom algorytmy szeregowania.                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student objaśnia standard notacji trójpolewej do specyfikacji zagadnień szeregowania.                                                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna zasady budowania czasowych harmonogramów wykonywania zadań.                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.5        | Student objaśnia algorytmy dla kryterium minimalizacji długości uszeregowania oraz minimalizacji opóźnienia.                                                |
| NA OCENĘ 5.0        | Student objaśnia sposoby przystosowania algorytmów szeregowania dla szczególnych przypadków uwzględniających dodatkowe zasoby i ograniczenia.               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi sklasyfikować algorytmy szeregowania ze względu na różne kryteria optymalizacji.                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi implementować wybrany algorytm szeregowania dla systemów przepływowych.                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi implementować wybrany algorytm szeregowania dla systemów otwartych oraz równoległych.                                                       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi implementować algorytmy szeregowania zadań cyklicznych.                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi kodować i uruchamiać algorytmy szeregowania w wybranym środowisku programowym oraz analizować i weryfikować otrzymane wyniki.               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi przedstawić wymagane zasady modelowania procesów dyskretnych z wykorzystaniem teorii sieci Petriego.                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student umie budować modele z wykorzystaniem sieci znakowanych, właściwie interpretuje role znaczników w modelu.                                            |
| NA OCENĘ 4.0        | Student umie budować modele z wykorzystaniem sieci priorytetowych, podaje dziedziny zastosowań modeli.                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi budować modele procesów współbieżnych z wykorzystaniem czasowych sieci Petriego.                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Student umie wykorzystać narzędzia typu open source do symulacji zachowania się modeli sieciowych. Konstruuje diagramy czasowe przebiegu parametrów modelu. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi podać podstawowe własności strukturalne i dynamiczne modeli sieciowych.                                                                     |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi określić żywotność i osiągalność znakowań w zbudowanym modelu.                                                                              |

|                     |                                                                                                                                 |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi wykorzystać graficzne metody (drzewo pokrycia znakowań osiągalnych) do określania własności modelu.             |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi zapobiegać i usuwać przypadki blokad (deadlocks) w modelach sieciowych.                                         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zastosować pojęcie niezmienników sieci do algebraicznych metod badania własności modeli.                        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zaplanować symulację procesów dyskretnych wg. stałego kroku upływu czasu.                                       |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi zaplanować symulację procesów dyskretnych wg strategii następnego zdarzenia.                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi określić model symulacji według metody planowania zdarzeń.                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi określić model symulacji według metody interakcji procesów.                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi wykorzystać pakiet oprogramowania GPSS do programowania modeli symulacyjnych.                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |                                                                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wykorzystać pakiet oprogramowania GPSS do programowania modeli symulacyjnych.                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student objaśnia szczegółowo koncepcje podstawowych metod optymalizacji dyskretniej oraz dokonuje charakterystyki porównawczej. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student klasyfikuje i objaśnia algorytmy optymalizacji dyskretniej.                                                             |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna podstawy budowania algorytmów metaheurystycznych.                                                                   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna implementacje programowe algorytmów optymalizacji dyskretniej.                                                      |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                   | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W01,<br>K_W02,<br>K_U01, K_U02,<br>K_U05, K_U10,<br>K_K01, K_K02                               | Cel 1           | W1 W2 W3 P1<br>P2          | N1 N3 N5              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K_W05,<br>K_W06,<br>K_U01, K_U03,<br>K_U05, K_U06,<br>K_U10, K_K01,<br>K_K02                     | Cel 1           | P1 P2                      | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK3               | K_W02,<br>K_W03,<br>K_W06,<br>K_U01, K_U02,<br>K_U05, K_U06,<br>K_U10, K_K04                     | Cel 2           | W4 W5 W6 W7<br>W8 P3 P4 P5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK4               | K_W05,<br>K_W06,<br>K_W07,<br>K_W08,<br>K_U01, K_U05,<br>K_U06, K_U11,<br>K_K02, K_K03           | Cel 3           | W4 W5 W6 W7<br>W8 P3 P4 P5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK5               | K_W02,<br>K_W03,<br>K_U01, K_U02,<br>K_U03, K_U07,<br>K_U08, K_U10,<br>K_K04                     | Cel 4           | W9 W10 W11<br>W12 P6 P7 P8 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK6               | K_W01,<br>K_W03,<br>K_W07,<br>K_W08,<br>K_U03, K_U05,<br>K_U07, K_U08,<br>K_U10, K_K01,<br>K_K02 | Cel 1           | W13 P1 P2                  | N1 N3 N4 N5           | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Barczyk J.** — *Automatyzacja procesów dyskretnych*, Warszawa, 2003, Oficyna wydawnicza PW
- [2] | **Smutnicki Cz.** — *Algorytmy Szeregowania.*, Warszawa, 2002, Exit.
- [3] | **Szpyrka M.** — *Sieci Petriego w modelowaniu i analizie systemów współbieżnych.*, Warszawa, 2008, WNT.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Evans J.** — *Structures od discrete event simulation.*, New York, 1988, Chichester.
- [2] | **Tyszer J.** — *Symulacja cyfrowa.*, Warszawa, 1990, WNT.
- [3] | **Murata T.** — *Petri Nets: Properties, Analysis and Applications.*, New York, 1989, Proceedings of the IEEE, Vol.77, No.4

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | GPSS - Materiały pomocnicze - pakiet GPSS World Student.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Lech Jamroz (kontakt: [ljamroz@pk.edu.pl](mailto:ljamroz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Lech Jamroz (kontakt: [ljamroz@pk.edu.pl](mailto:ljamroz@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Jerzy Raszka (kontakt: [jraszka@pk.edu.pl](mailto:jraszka@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....