



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Optymalizacja kombinatoryczna [S1Bioinf1>OPKOM]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Bioinformatyka

Rok/Semestr  
2/3

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
15

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Maciej Drozdowski  
maciej.drozdowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki dyskretnej (teoria mnogości, logika, kombinatoryka, teoria grafów), wiedzę o metodach algorytmizacji, konstrukcjach programistycznych, abstrakcyjnych typach danych (np. listy, stosy, kolejki, drzewa, dowolne grafy), typowych algorytmach (np. sortowanie, wyszukiwanie danych), podstawową wiedzę o złożoności obliczeniowej problemów i algorytmów. Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów algorytmicznych, zaprogramowania rozwiązań tych problemów, rozpoznawania struktur dyskretnych, szacowania złożoności algorytmów oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

Poznanie wybranych problemów optymalizacji kombinatorycznej i metod ich rozwiązywania, a w szczególności: 1.Przekazanie studentom podstawowej wiedzy o optymalizacji w odniesieniu do problemów, które mają dyskretną naturę. 2.Zademonstrowanie i uświadomienie bariery rozwiązywalności wynikającej z wykładniczej złożoności obliczeniowej algorytmów i trudności obliczeniowej problemów. 3.Rozwijanie u studentów umiejętności rozpoznawania trudnych problemów optymalizacji. 4.Zapoznanie z metodologią analizowania i praktycznego rozwiązywania trudnych obliczeniowo zadań optymalizacji w przypadku problemów o dyskretnej naturze.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student/Studentka

- 1.ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną i szczegółową w zakresie optymalizacji kombinatorycznej
- 2.ma wiedzę o istotnych kierunkach rozwoju i najważniejszych osiągnięciach informatyki z zakresu optymalizacji kombinatorycznej
- 3.zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania problemów optymalizacji kombinatorycznej, głównie o charakterze inżynierskim, z zakresu kluczowych zagadnień informatyki, z zakresu analizy złożoności obliczeniowej algorytmów i problemów

Umiejętności:

Student/Studentka

- 1.potrafi właściwie zaplanować oraz wykonać symulacje z zakresu optymalizacji kombinatorycznej, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski
2. potrafi, formułując i rozwiązując zadania informatyczne z zakresu optymalizacji kombinatorycznej, zastosować odpowiednio dobrane metody
3. potrafi ocenić złożoność obliczeniową algorytmów i problemów
- 4.ma umiejętność formułowania algorytmów z zakresu optymalizacji kombinatorycznej i ich implementacji z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi

Kompetencje społeczne:

Student/Studentka

1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu optymalizacji kombinatorycznej bardzo szybko stają się przestarzałe,
2. ma świadomość znaczenia wiedzy z zakresu optymalizacji w rozwiązywaniu problemów inżynierskich.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na wykładach;

b) w zakresie laboratoriów:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.

Ocena podsumowująca:

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć laboratoryjnych, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,
- ocenę wiedzy i umiejętności z wykładu na kolokwium.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych na laboratorium za:

- terminowość realizacji zadania,
- efektywność zastosowanego rozwiązania,
- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,
- uwagi umożliwiające doskonalenie procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

W ramach przedmiotu prezentowane są następujące zagadnienia:

- 1 Szkielet teorii złożoności obliczeniowej dla problemów dyskretnej optymalizacji
- 2 Rozwiązywanie problemów optymalizacji dyskretnej w praktyce
- 3 Matroidy i algorytmy zachłanne
- 4 wyznaczanie najkrótszych ścieżek w grafie
- 5 Przepływy w sieciach
- 6 Skojarzenia w grafach dwudzielnych
- 7 Kolorowanie grafów
- 8 Problemy pakowania i rozkroju

## Tematyka zajęć

Program przedmiotu obejmuje następujące zagadnienia: Złożoność obliczeniowa problemów optymalizacyjnych, NP-trudność. Pojęcie algorytmu aproksymacyjnego z przykładami. Trudność problemów aproksymacji. Metody rozwiązywania problemów kombinatorycznych w praktyce: algorytmy zachłanne, metaheurystyki, metody dokładne. Problem wyboru algorytmu. Problemy optymalizacji kombinatorycznej, dla których istnieją algorytmy wielomianowe: Wyznaczanie najkrótszych dróg w grafie: algorytm Dijkstry; algorytm dla grafów acyklicznych; algorytm wyznaczania odległości między wszystkimi parami wierzchołków. Domknięcie przechodnie relacji: algorytm Floyda-Warshalla. Przepływy w sieciach i pokrewne zagadnienia: wyznaczanie maksymalnego przepływu w sieci metodą Dinica; wyznaczanie przepływu w sieci z dolnymi ograniczeniami na przepływy łukowe; wyznaczanie przepływu o najniższym koszcie; przykłady zastosowania problemu wyznaczania maksymalnego przepływu do rozwiązywania zagadnień szeregowania zadań z minimalizacją spóźnienia i do wyznaczania optymalnego podziału sieci komunikujących się procesów na dwa procesory. Wyznaczanie maksymalnego skojarzenia: w grafie dwudzielnym - różne sformułowania problemu, algorytmy i zastosowanie. Algorytmy zachłanne: przykłady: minimalne drzewo rozpinające - algorytmy Prima i Kruskala, problemy szeregowania zadań, algorytm Huffmana. Pojęcie matroidu. Problem kolorowania grafu: sformułowanie, zastosowania, metody rozwiązania. Problem pakowania i rozkroju: sformułowanie, zastosowania, algorytmy rozwiązujące ten problem.

W ramach zajęć laboratoryjnych studenci rozwiązują NP-trudne problemy kombinatoryczne. Należy przygotować dwie metody rozwiązujące zadany problem: szybką (np. prosty algorytm zachłanny) i konstruującą rozwiązania o lepszej jakości w dłuższym czasie (np. prostą metaheurystykę, typ do wyboru).

## Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań.
2. ćwiczenia laboratoryjne: praktyczne zapoznawanie się z wyzwaniem optymalizacji kombinatorycznej przez implementację algorytmów rozwiązujących zadane problemy, wykonywanie eksperymentów obliczeniowych oceniających jakość rozwiązań i czas ich uzyskania, dyskusja, praca w zespole

## Literatura

Podstawowa

1. J. Błażewicz, Złożoność obliczeniowa problemów kombinatorycznych, WNT, W-wa, 1988
2. W. Lipski, Kombinatoryka dla programistów, WNT, W-wa, 1982
3. M.R.Garey, D.S.Johnson, Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness, W.H.Freeman, San Francisco, 1979
4. W.Cook, W.Cunningham, W.Pulleyblank, A.Schrijver, Combinatorial optimization, Wiley & Sons, 1998
5. M.Sysło, N.Deo, J.Kowalik, Algorytmy optymalizacji dyskretnej z programami w języku Pascal, PWN, Warszawa, 1993
6. T.Cormen, C.Leiserson, R.Rivest, C.Stein, Wprowadzenie do algorytmów, WNT, Warszawa, 2005
7. M.Kubale (redaktor), Optymalizacja dyskretne modele i metody kolorowania grafów, WNT, Warszawa, 2003

Uzupełniająca

1. J.Błażewicz, K. Ecker, E.Pesch, G. Schmidt, J. Węglarz, Scheduling Computer and Manufacturing Processes, Springer, Berlin, New York, 2001
2. J.Błażewicz, W.Cellary, R.Słowinski, J.Węglarz, Badania operacyjne dla informatyków, WNT, W-wa, 1983

- 3.L.Banachowski, A.Kreczmar, Elementy analizy algorytmów, WNT, W-wa, 1989
- 4.A.V.Aho, J.E.Hopcroft, J.D.Ullman, Projektowanie i analiza algorytmów komputerowych, PWN, W-wa, 1983
- 5.K.Manuszewski, Grafy Algorytmicznie trudne do kolorowania, praca doktorska, WETI, Gdańsk, 1997
- 6.M.Drozdowski, D.Kowalski, J.Mizgajski, D.Mokwa, G.Pawlak, Mind the gap: a heuristic study of subway tours, Journal of Heuristics vol.20, Issue 5, October 2014, pp 561-587, DOI 10.1007/s10732-014-9252-3
- 7.J.Marszałkowski, D.Mokwa, M.Drozdowski, Ł.Rusiecki, H.Narożny, Fast algorithms for online construction of web tag clouds, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 64 (2017) pp. 378-390 DOI: 10.1016/j.engappai.2017.06.023

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	55	2,00