

# Combinatorial Analysis - course description

| General information |                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Course name         | Combinatorial Analysis                                                    |
| Course ID           | 11.1-WK-MATD-AK-W-S14_pNadGenT0E38                                        |
| Faculty             | <a href="#">Faculty of Mathematics, Computer Science and Econometrics</a> |
| Field of study      | Mathematics                                                               |
| Education profile   | academic                                                                  |
| Level of studies    | Second-cycle studies leading to MS degree                                 |
| Beginning semester  | winter term 2022/2023                                                     |

| Course information        |                                                                         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Semester                  | 2                                                                       |
| ECTS credits to win       | 5                                                                       |
| Available in specialities | Mathematical Informatics                                                |
| Course type               | optional                                                                |
| Teaching language         | polish                                                                  |
| Author of syllabus        | <ul style="list-style-type: none"><li>dr Magdalena Łysakowska</li></ul> |

| Classes forms  |                                |                            |                                |                            |                    |
|----------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------|
| The class form | Hours per semester (full-time) | Hours per week (full-time) | Hours per semester (part-time) | Hours per week (part-time) | Form of assignment |
| Lecture        | 30                             | 2                          | -                              | -                          | Credit with grade  |
| Class          | 30                             | 2                          | -                              | -                          | Credit with grade  |

## Aim of the course

Zapoznanie studenta z podstawowymi pojęciami, metodami analizy kombinatorycznej oraz przykładami ich zastosowań.

## Prerequisites

Podstawowy kurs analizy matematycznej, algebry liniowej i matematyki dyskretnej.

## Scope

1. Współczynniki dwumianowe (2 godz.)
2. Wielomiany szachowe (2 godz.)
3. Kwadraty łacińskie (2 godz.)
4. Twierdzenie van der Waerdena, twierdzenie Schura (2 godz.)
5. Kolorowanie map, twierdzenie o czterech barwach (3 godz.)
6. Twierdzenia minimaksowe (4 godz.)
7. Konfiguracje kombinatoryczne (2 godz.)
8. Zasady kodowania i dekodowania, kody doskonałe, kod Hamminga, macierze Hadamarda, konstrukcja kodów korygujących błędy (5 godz.)
9. Lemat Spernera (3 godz.)
10. Twierdzenie Minkowskiego, twierdzenie Radona, twierdzenie Helly'ego, twierdzenie Tverberga (5 godz.)

### Ćwiczenia

1. Dowodzenie tożsamości kombinatorycznych (2 godz.)
  2. Stosowanie wielomianów szachowych w zadaniach z treścią (3 godz.)
  3. Uzupełnianie kwadratów łacińskich; dowodzenie własności kwadratów łacińskich (3 godz.)
  4. Rozwiązywanie zadań z zastosowaniem twierdzenia van der Waerdena i twierdzenia Schura (2 godz.)
- Kolokwium** (2 godz.)
5. Stosowanie twierdzenia o czterech barwach i twierdzeń minimaksowych do rozwiązywania zadań praktycznych (4 godz.)
  6. Dowodzenie własności konfiguracji kombinatorycznych; zastosowania konfiguracji kombinatorycznych w zadaniach z treścią (3 godz.)
  7. Sprawdzanie czy dany kod jest doskonały; konstruowanie kodów (3 godz.)
  8. Rozwiązywanie zadań z zastosowaniem lematu Spernera i podstawowych twierdzeń geometrii kombinatorycznej poznanych na wykładzie (6 godz.)
- Kolokwium** (2 godz.)

## Teaching methods

Wykład tradycyjny; ćwiczenia, w ramach których studenci rozwiązują zadania; praca w grupach.

## Learning outcomes and methods of theirs verification

| Outcome description | Outcome symbols | Methods of verification | The class form |
|---------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
|---------------------|-----------------|-------------------------|----------------|

| Outcome description                                                                                                                                                                    | Outcome symbols                                                                                            | Methods of verification                                                                                                                                                                                                                         | The class form                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Student zna twierdzenia Königa-Egerváry'ego, Menger'a, Forda-Fulkersona i twierdzenie o czterech barwach oraz stosuje je w rozwiązywaniu zadań praktycznych.                           | • <a href="#">K_W03</a>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |
| Student Kknstruuje kody za pomocą macierzy Hadamarda i konfiguracji kombinatorycznych.                                                                                                 | • <a href="#">K_U10</a>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |
| Student stosuje wielomiany szachowe w rozwiązywaniu zadań praktycznych                                                                                                                 | • <a href="#">K_U10</a>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |
| Student dowodzi proste tożsamości kombinatoryczne.                                                                                                                                     | • <a href="#">K_U10</a>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |
| Student dowodzi twierdzenie Fishera; zna definicję i przykłady skończonych płaszczyzn rzutowych; wskazuje związki pomiędzy konfiguracjami kombinatorycznymi a płaszczyznami rzutowymi. | • <a href="#">K_W04</a>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |
| Student zna lemat Spernera, twierdzenia: Schura, van der Waerdena, Minkowskiego, Radona, Helly'ego, Tverberga, ich dowody oraz przykłady ich zastosowań.                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">K_W03</a></li> <li>• <a href="#">K_W04</a></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>an evaluation test</li> <li>an exam - oral, descriptive, test and other</li> <li>an observation and evaluation of activities during the classes</li> <li>an ongoing monitoring during classes</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lecture</li> <li>Class</li> </ul> |

## Assignment conditions

Ocena z przedmiotu jest średnią arytmetyczną oceny z ćwiczeń i oceny z egzaminu. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest pozytywna ocena z ćwiczeń. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest pozytywna ocena z egzaminu.

## Recommended reading

1. W. Lipski, W. Marek, *Analiza kombinatoryczna*, PWN, Warszawa, 1986.
2. K. A. Rybnikow (red.), *Analiza kombinatoryczna w zadaniach*, PWN, Warszawa, 1988.
3. J. Matoušek, *Lectures on Discrete Geometry*, Springer, New York, 2002.

## Further reading

1. Z. Palka, A. Ruciński, Wykłady z kombinatoryki, WNT, Warszawa, 1998.
2. R. L. Graham, D. E. Knuth, O. Patashnik, Matematyka konkretna, PWN, Warszawa, 2011.
3. V. Bryant, *Aspekty kombinatoryki*, WNT, Warszawa, 1997.

## Notes

Przedmiot oferowany również w semestrze IV.

