



**Przedmiotem zamówienia jest wybór osób dla wykonania wybranych elementów w ramach zadania „Innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia” realizowanego w ramach projektu „Matematyka podstawą sukcesu”.**

### **Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia**

Od strony formalnej do zadań osób wyłonionych w przetargu będzie stworzenie materiałów umożliwiających wykorzystanie metod komputerowych na następujących 4 przedmiotach prowadzonych na kierunku Matematyka (studia stacjonarne I stopnia) na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach:

- 1) Analiza matematyczna
- 2) Algebra liniowa
- 3) Układy dynamiczne
- 4) Równania różniczkowe

Nowe materiały powinny umożliwić studiowanie Matematyki z konsekwentnym i systematycznym wykorzystaniem możliwości komputerów w trakcie wykładów i ćwiczeń do rozwiązywania standardowych zagadnień i problemów poprzez stosowanie obliczeń numerycznych, wizualizacji rozwiązań, animację zjawisk dynamicznych, analizę danych, itp.

Wymaga się, aby realizacja każdego zadania była oparta o tzw. wolne oprogramowanie (ang. Open Source Software), co umożliwi studentom jego legalne i darmowe użytkowanie również poza uczelnią. Budżet nie zakłada zakupu żadnego komercyjnego oprogramowania ani systemu operacyjnego.

W ramach całego projektu należy zrealizować następujące zadania:

- Zadanie A: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych
- Zadanie B: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych
- Zadanie C: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych
- Zadanie D: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu
- Zadanie E: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych
- Zadanie F: innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu

Zamówienie realizowane jest w ramach Projektu „Matematyka podstawą sukcesu”, realizowanym w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki, Priorytet IV. Szkolnictwo wyższe i nauka, Działanie 4.1. Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy, Poddziałanie 4.1.2 Zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy.

Nr umowy POKL.04.01.02-00-213/11-00



**.Zamawiający dopuszcza składanie ofert częściowych zgodnie z poniższym podziałem:**

- 1) w zakresie części A1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie A):

***teoretyk***

- 2) w zakresie części A2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie A):

***programista***

- 3) w zakresie części B1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie B):

***teoretyk***

- 4) w zakresie części B2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie B):

***programista***

- 5) w zakresie części C1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie C):

***teoretyk***

- 6) w zakresie części C2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie C):

***programista***

- 7) w zakresie części D1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu (zadanie D):

***teoretyk***

- 8) w zakresie części D2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu (zadanie D):

***programista***

- 9) w zakresie części E1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie E):

***teoretyk***

- 10) w zakresie części E2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych (zadanie E):

***programista***

- 11) w zakresie części F1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu (zadanie F):

***teoretyk***

- 12) w zakresie części F2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu (zadanie F):

***programista***



## Szczegółowe informacje dotyczące opisu poszczególnych części

### CZĘŚĆ A1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - *opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk*

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Analiza matematyczna” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Interpolacja wielomianowa, w tym interpolacja Lagrange'a oraz interpolacja Newtona.
- 2) Aproksymacja funkcji, w tym aproksymacja wielomianowa oraz aproksymacja za pomocą szeregów potęgowych (wzór Taylora).
- 3) Obliczanie pierwiastków wielomianów.
- 4) Interpretacja geometryczna pochodnej funkcji jednej zmiennej; algorytmy obliczające pochodną numerycznie.
- 5) Definicja całki oznaczonej oraz różne metody numeryczne obliczania całki oznaczonej, w tym metoda prostokątów oraz metoda trapezów.
- 6) Całki niewłaściwe.
- 7) Całki wielokrotne (podwójne i potrójne) oraz ich wizualizacja komputerowa.
- 8) Dyskretna transformacja Fouriera.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

### Osoby zdolne do wykonania tej części

**Część A1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - *opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk*)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych;
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Analiza matematyczna” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



## **CZĘŚĆ A2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za stworzenie, w części programistycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Analiza matematyczna” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Interpolacja wielomianowa, w tym interpolacja Lagrange'a oraz interpolacja Newtona. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wyznaczanie wielomianu interpolacyjnego dla co najmniej 10 punktów. Program winien rysować wykres wielomianu interpolacyjnego.
- 2) Aproksymacja funkcji, w tym aproksymacja wielomianowa oraz aproksymacja za pomocą szeregów potęgowych (wzór Taylora). Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wprowadzanie funkcji elementarnych (funkcji wielomianowych, trygonometrycznych, wykładniczych, logarytmicznych, wymiernych). Program winien w sposób graficzny demonstrować kolejne przybliżenia wprowadzonej funkcji w rozwinięciu w szereg Taylora do co najmniej 10 iteracji.
- 3) Obliczanie pierwiastków wielomianów. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wprowadzanie wielomianu co najmniej stopnia 10. Program winien ilustrować co najmniej dwie klasyczne metody w sposób graficzny dla wybranego przedziału domkniętego.
- 4) Interpretacja geometryczna pochodnej funkcji jednej zmiennej; algorytmy obliczające pochodną numerycznie.
- 5) Definicja całki oznaczonej oraz różne metody numeryczne obliczania całki oznaczonej, w tym metoda prostokątów oraz metoda trapezów. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wprowadzanie funkcji elementarnych (funkcji wielomianowych, trygonometrycznych, wykładniczych, logarytmicznych, wymiernych). Program winien ilustrować graficznie co najmniej dwie metody.
- 6) Całki niewłaściwe.
- 7) Całki wielokrotne (podwójne i potrójne) oraz ich wizualizacja komputerowa.
- 8) Dyskretna transformacja Fouriera.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

### **Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część A2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Analiza matematyczna” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych;
- ma doświadczenie (co najmniej 3 letnie) w zakresie prowadzenia ćwiczeń na kierunku Matematyka na poziomie akademickim;
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładów lub ćwiczeń z przedmiotu „Algorytmy i struktury danych” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim;
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładów lub ćwiczeń z przedmiotu „Analiza numeryczna” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



## **CZĘŚĆ B1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Algebra liniowa” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Liczby zespolone, w tym ich interpretacja geometryczna oraz dodawanie i mnożenie dwóch liczb zespolonych.
- 2) Wyznaczniki i różne metody ich obliczania, w tym obliczanie za pomocą operacji elementarnych.
- 3) Operacje na macierzach w tym różne metody wyznaczania macierzy odwrotnej.
- 4) Układy równań liniowych w tym metoda eliminacji Gaussa i jej modyfikacje
- 5) Wyznaczanie wartości własnych i wektorów własnych macierzy.
- 6) Metody iteracyjne rozwiązywania układów liniowych.
- 7) Duże układy liniowe, macierze rzadkie.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

### **Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część B1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Algebra liniowa” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



## **CZĘŚĆ B2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za stworzenie, w części programistycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Algebra liniowa” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Liczby zespolone, w tym ich interpretacja geometryczna oraz dodawanie i mnożenie dwóch liczb zespolonych. Program winien demonstrować powyższe zagadnienia z użyciem interaktywnych narzędzi graficznych.
- 2) Wyznaczniki i różne metody ich obliczania, w tym obliczanie za pomocą operacji elementarnych. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wykonywanie operacji elementarnych na zadanej przez użytkownika macierzy. Użytkownik winien mieć możliwość wprowadzania macierzy do wymiaru minimum  $8 \times 8$ . Program winien w sposób graficzny demonstrować różnicę w złożoności obliczeniowej różnych metod obliczania wyznacznika.
- 3) Operacje na macierzach w tym różne metody wyznaczania macierzy odwrotnej. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wykonywanie operacji elementarnych na zadanej przez użytkownika macierzy. Użytkownik winien mieć możliwość wprowadzania macierzy do wymiaru minimum  $8 \times 8$ .
- 4) Układy równań liniowych w tym metoda eliminacji Gaussa i jej modyfikacje. Program winien w sposób graficzny ilustrować geometryczną interpretację rozwiązań układów równań liniowych w przestrzeni 2 i trójwymiarowej nad ciałem liczb rzeczywistych. Program winien udostępniać narzędzie interaktywne pozwalające na wykonywanie operacji elementarnych na zadanym przez użytkownika układzie równań.
- 5) Wyznaczanie wartości własnych i wektorów własnych macierzy. Program winien w sposób graficzny ilustrować wektory własne dla macierzy wymiaru  $2 \times 2$ .
- 6) Metody iteracyjne rozwiązywania układów liniowych. Program winien ilustrować jedną metodę iteracyjną.
- 7) Duże układy liniowe, macierze rzadkie.

Narzędzia interaktywne realizujące punkty 1)-5) winny pozwalać na wprowadzanie danych w postaci liczb wymiernych arbitralnej precyzji. Narzędzia interaktywne realizujące punkty 2)-4) powinny dodatkowo pozwalać na wprowadzanie danych jako elementów ciał skończonych prostych charakterystyki 2 do 13. Narzędzia interaktywne realizujące punkty 6) i 7) winny przyjmować dane w postaci liczb zmiennoprzecinkowych o zadanej precyzji.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

### **Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część B2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Algebra liniowa” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych;
- ma doświadczenie (co najmniej 3 letnie) w zakresie prowadzenia ćwiczeń na kierunku Matematyka na poziomie akademickim
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej jednego semestru) w zakresie prowadzenia wykładów lub ćwiczeń z przedmiotu „Algebra liniowa” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej jednego semestru) w zakresie prowadzenia wykładów lub ćwiczeń z przedmiotu „Algorytmy i struktury danych” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.





**ZADANIE C1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Układy dynamiczne” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Chaos na odcinku: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych jednowymiarowych; iteracje odwzorowań jednowymiarowych i ich wizualizacja za pomocą wykresów pajęczynowych; wyznaczanie metodami numerycznymi/graficznymi punktów stałych/okresowych i badanie ich lokalnej stabilności; wykładniki Lapunowa; wrażliwość na warunki początkowe; przejście do chaosu poprzez kaskadę podwajania okresu.
- 2) Portrety fazowe na płaszczyźnie: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych dwuwymiarowych; wizualizacja iteracji odwzorowań dwuwymiarowych w rzucie na płaszczyznę; dynamika odwzorowań liniowych; klasyfikacja i lokalna stabilność punktów stałych; analiza zjawisk dynamicznych na przykładach z biologii czy ekonomii.
- 3) Atraktory: zbiory niezmiennicze; baseny przyciągania; różne przykłady atraktorów.
- 4) Dziwne atraktory: wizualizacja atraktorów o złożonej strukturze geometrycznej.
- 5) Teoria bifurkacji: różne rodzaje bifurkacji; tworzenie diagramów bifurkacyjnych.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część C1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Układy dynamiczne” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



**ZADANIE C2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za stworzenie, w części programistycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Układy dynamiczne” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Chaos na odcinku: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych jednowymiarowych; iteracje odwzorowań jednowymiarowych i ich wizualizacja za pomocą wykresów pajęczynowych; wyznaczanie metodami numerycznymi/graficznymi punktów stałych/okresowych i badanie ich lokalnej stabilności; wykładniki Lapunowa; wrażliwość na warunki początkowe; przejście do chaosu poprzez kaskadę podwajania okresu.
- 2) Portrety fazowe na płaszczyźnie: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych dwuwymiarowych; wizualizacja iteracji odwzorowań dwuwymiarowych w rzucie na płaszczyznę; dynamika odwzorowań liniowych; klasyfikacja i lokalna stabilność punktów stałych; analiza zjawisk dynamicznych na przykładach z biologii czy ekonomii.
- 3) Atraktory: zbiory niezmiennicze; baseny przyciągania; różne przykłady atraktorów.
- 4) Dziwne atraktory: wizualizacja atraktorów o złożonej strukturze geometrycznej.
- 5) Teoria bifurkacji: różne rodzaje bifurkacji; tworzenie diagramów bifurkacyjnych.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część C2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych.





**ZADANIE D1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu: teoretyk**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, skryptu, który ma być pomocny w trakcie realizacji przedmiotu „Układy dynamiczne”.

Skrypt ma być podzielony na 3 części:

- 1) Opis metod numerycznych, które mogą być zastosowane w danym zagadnieniu
- 2) Zestaw zadań, które do rozwiązania w części lub całości wymagają posłużenia się metodami komputerowymi
- 3) Rozwiązania zadań i komentarze, składające się z szeroko opracowanego programu komputerowego rozwiązującego dany problem.

Skrypt ma swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Chaos na odcinku: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych jednowymiarowych; iteracje odwzorowań jednowymiarowych i ich wizualizacja za pomocą wykresów pajęczynowych; wyznaczanie metodami numerycznymi/graficznymi punktów stałych/okresowych i badanie ich lokalnej stabilności; wykładniki Lapunowa; wrażliwość na warunki początkowe; przejście do chaosu poprzez kaskadę podwajania okresu.
- 2) Portrety fazowe na płaszczyźnie: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych dwuwymiarowych; wizualizacja iteracji odwzorowań dwuwymiarowych w rzucie na płaszczyznę; dynamika odwzorowań liniowych; klasyfikacja i lokalna stabilność punktów stałych; analiza zjawisk dynamicznych na przykładach z biologii czy ekonomii.
- 3) Atraktory: zbiory niezmiennicze; baseny przyciągania; różne przykłady atraktorów.
- 4) Dziwne atraktory: wizualizacja atraktorów o złożonej strukturze geometrycznej.
- 5) Teoria bifurkacji: różne rodzaje bifurkacji; tworzenie diagramów bifurkacyjnych.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część D1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu: teoretyk)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Układy dynamiczne” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



**ZADANIE D2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części programistycznej, skryptu, który ma być pomocny w trakcie realizacji przedmiotu „Układy dynamiczne”.

Skrypt ma być podzielony na 3 części:

- 1) Opis metod numerycznych, które mogą być zastosowane w danym zagadnieniu
- 2) Zestaw zadań, które do rozwiązania w części lub całości wymagają posłużenia się metodami komputerowymi
- 3) Rozwiązania zadań i komentarze, składające się z szeroko opracowanego programu komputerowego rozwiązującego dany problem.

Skrypt ma swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Chaos na odcinku: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych jednowymiarowych; iteracje odwzorowań jednowymiarowych i ich wizualizacja za pomocą wykresów pajęczynowych; wyznaczanie metodami numerycznymi/graficznymi punktów stałych/okresowych i badanie ich lokalnej stabilności; wykładniki Lapunowa; wrażliwość na warunki początkowe; przejście do chaosu poprzez kaskadę podwajania okresu.
- 2) Portrety fazowe na płaszczyźnie: wizualizacja rozwiązań równań różnicowych dwuwymiarowych; wizualizacja iteracji odwzorowań dwuwymiarowych w rzucie na płaszczyznę; dynamika odwzorowań liniowych; klasyfikacja i lokalna stabilność punktów stałych; analiza zjawisk dynamicznych na przykładach z biologii czy ekonomii.
- 3) Atraktory: zbiory niezmiennicze; baseny przyciągania; różne przykłady atraktorów.
- 4) Dziwne atraktory: wizualizacja atraktorów o złożonej strukturze geometrycznej.
- 5) Teoria bifurkacji: różne rodzaje bifurkacji; tworzenie diagramów bifurkacyjnych.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część D2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Układy dynamiczne” - opracowanie skryptu: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych.



**ZADANIE E1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Równania różniczkowe” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych. Omówienie wybranych klas równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu oraz wyższych rzędów, których rozwiązania można otrzymać przez skończoną liczbę operacji elementarnych i całkowań.
- 2) Zależność rozwiązań od warunków początkowych i parametrów. Równania opisujące problemy zastosowań charakteryzują się błędem danych wejściowych. Należy omówić twierdzenia ujmujące zależność rozwiązań od warunków początkowych i prawej strony.
- 3) Układy równań liniowych. Opis jednorodnych układów liniowych, dla których konstruowane są układy fundamentalne rozwiązań oraz macierze fundamentalne rozwiązań. Obejmuje to w szczególności układy o stałych współczynnikach, w którym to przypadku podana jest postać układu fundamentalnego rozwiązań.
- 4) Układy zachowawcze z jednym stopniem swobody. W układach o jednym stopniu swobody naruszenie stanu równowagi jest determinowane przez warunki dla położenia początkowego i początkowej prędkości. Rozważane są układy planarne i ich portrety fazowe na płaszczyźnie; w szczególności układy konserwatywne w klasie układów hamiltonowskich.
- 5) Stabilność rozwiązań. Dla rozwiązań określonych na nieskończonym przedziale istnienia badana jest zmiana globalnego przebiegu rozwiązania pod wpływem zaburzeń warunku początkowego. Obejmuje to pokazanie, jak spektrum macierzy w układzie jednorodnym o stałych współczynnikach determinuje stabilność oraz asymptotyczną stabilność rozwiązań w sensie Lapunowa.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część E1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: teoretyk)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Równania różniczkowe” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.
- (posiada znaczącą (co najmniej 100) liczbę cytowań w bazie danych MathSciNet.- **warunek zalecany.**)



**ZADANIE E2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za stworzenie, w części programistycznej, materiałów wizualizacyjnych (wykresy, grafika, grafika 3D, animacje, slajdy), które mają być wykorzystane jako wsparcie treści wykładu z przedmiotu „Równania różniczkowe” oraz jako pomoc dydaktyczna podczas ćwiczeń prowadzonych do tego przedmiotu.

Materiały wizualizacyjne mają swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych. Omówienie wybranych klas równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu oraz wyższych rzędów, których rozwiązania można otrzymać przez skończoną liczbę operacji elementarnych i całkowań.
- 2) Zależność rozwiązań od warunków początkowych i parametrów. Równania opisujące problemy zastosowań charakteryzują się błędem danych wejściowych. Należy omówić twierdzenia ujmujące zależność rozwiązań od warunków początkowych i prawej strony.
- 3) Układy równań liniowych. Opis jednorodnych układów liniowych, dla których konstruowane są układy fundamentalne rozwiązań oraz macierze fundamentalne rozwiązań. Obejmuje to w szczególności układy o stałych współczynnikach, w którym to przypadku podana jest postać układu fundamentalnego rozwiązań.
- 4) Układy zachowawcze z jednym stopniem swobody. W układach o jednym stopniu swobody naruszenie stanu równowagi jest determinowane przez warunki dla położenia początkowego i początkowej prędkości. Rozważane są układy planarne i ich portrety fazowe na płaszczyźnie; w szczególności układy konserwatywne w klasie układów hamiltonowskich.
- 5) Stabilność rozwiązań. Dla rozwiązań określonych na nieskończonym przedziale istnienia badana jest zmiana globalnego przebiegu rozwiązania pod wpływem zaburzeń warunku początkowego. Obejmuje to pokazanie, jak spektrum macierzy w układzie jednorodnym o stałych współczynnikach determinuje stabilność oraz asymptotyczną stabilność rozwiązań w sensie Lapunowa.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część E2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie materiałów wizualizacyjnych: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych lub nauk informatycznych
- ma doświadczenie (co najmniej 3 letnie) w zakresie prowadzenia ćwiczeń na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.



**ZADANIE F1 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu: teoretyk**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części teoretycznej, skryptu, który ma być pomocny w trakcie realizacji przedmiotu „Równania różniczkowe”.

Skrypt ma być podzielony na 3 części:

- 1) Opis metod numerycznych, które mogą być zastosowane w danym zagadnieniu
- 2) Zestaw zadań, które do rozwiązania w części lub całości wymagają posłużenia się metodami komputerowymi
- 3) Rozwiązania zadań i komentarze, składające się z szeroko opracowanego programu komputerowego rozwiązującego dany problem.

Skrypt ma swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych. Omówienie wybranych klas równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu oraz wyższych rzędów, których rozwiązania można otrzymać przez skończoną liczbę operacji elementarnych i całkowań.
- 2) Zależność rozwiązań od warunków początkowych i parametrów. Równania opisujące problemy zastosowań charakteryzują się błędem danych wejściowych. Należy omówić twierdzenia ujmujące zależność rozwiązań od warunków początkowych i prawej strony.
- 3) Układy równań liniowych. Opis jednorodnych układów liniowych, dla których konstruowane są układy fundamentalne rozwiązań oraz macierze fundamentalne rozwiązań. Obejmuje to w szczególności układy o stałych współczynnikach, w którym to przypadku podana jest postać układu fundamentalnego rozwiązań.
- 4) Układy zachowawcze z jednym stopniem swobody. W układach o jednym stopniu swobody naruszenie stanu równowagi jest determinowane przez warunki dla położenia początkowego i początkowej prędkości. Rozważane są układy planarne i ich portrety fazowe na płaszczyźnie; w szczególności układy konserwatywne w klasie układów hamiltonowskich.
- 5) Stabilność rozwiązań. Dla rozwiązań określonych na nieskończonym przedziale istnienia badana jest zmiana globalnego przebiegu rozwiązania pod wpływem zaburzeń warunku początkowego. Obejmuje to pokazanie, jak spektrum macierzy w układzie jednorodnym o stałych współczynnikach determinuje stabilność oraz asymptotyczną stabilność rozwiązań w sensie Lapunowa.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - programistą.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część F1 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu: teoretyk)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora habilitowanego lub tytuł profesora nauk matematycznych
- ma doświadczenie (przez okres co najmniej dwóch semestrów) w zakresie prowadzenia wykładu z przedmiotu „Równania różniczkowe” na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.
- (posiada znaczącą (co najmniej 100) liczbę cytowań w bazie danych MathSciNet.- **warunek zalecany.**)



**ZADANIE F2 - innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu: programista**

Wybrana osoba będzie odpowiedzialna za opracowanie, w części programistycznej, skryptu, który ma być pomocny w trakcie realizacji przedmiotu „Równania różniczkowe”.

Skrypt ma być podzielony na 3 części:

- 1) Opis metod numerycznych, które mogą być zastosowane w danym zagadnieniu
- 2) Zestaw zadań, które do rozwiązania w części lub całości wymagają posłużenia się metodami komputerowymi
- 3) Rozwiązania zadań i komentarze, składające się z szeroko opracowanego programu komputerowego rozwiązującego dany problem.

Skrypt ma swoim zasięgiem obejmować następujące zagadnienia:

- 1) Podstawowe metody rozwiązywania równań różniczkowych. Omówienie wybranych klas równań różniczkowych zwyczajnych pierwszego rzędu oraz wyższych rzędów, których rozwiązania można otrzymać przez skończoną liczbę operacji elementarnych i całkowań.
- 2) Zależność rozwiązań od warunków początkowych i parametrów. Równania opisujące problemy zastosowań charakteryzują się błędem danych wejściowych. Należy omówić twierdzenia ujmujące zależność rozwiązań od warunków początkowych i prawej strony.
- 3) Układy równań liniowych. Opis jednorodnych układów liniowych, dla których konstruowane są układy fundamentalne rozwiązań oraz macierze fundamentalne rozwiązań. Obejmuje to w szczególności układy o stałych współczynnikach, w którym to przypadku podana jest postać układu fundamentalnego rozwiązań.
- 4) Układy zachowawcze z jednym stopniem swobody. W układach o jednym stopniu swobody naruszenie stanu równowagi jest determinowane przez warunki dla położenia początkowego i początkowej prędkości. Rozważane są układy planarne i ich portrety fazowe na płaszczyźnie; w szczególności układy konserwatywne w klasie układów hamiltonowskich.
- 5) Stabilność rozwiązań. Dla rozwiązań określonych na nieskończonym przedziale istnienia badana jest zmiana globalnego przebiegu rozwiązania pod wpływem zaburzeń warunku początkowego. Obejmuje to pokazanie, jak spektrum macierzy w układzie jednorodnym o stałych współczynnikach determinuje stabilność oraz asymptotyczną stabilność rozwiązań w sensie Lapunowa.

W ramach tego zadania wybrana osoba będzie ściśle współpracowała z drugą osobą - teoretykiem.

**Osoby zdolne do wykonania tej części**

**Część F2 (innowacyjne komputerowe sposoby kształcenia dla przedmiotu „Równania różniczkowe” - opracowanie skryptu: programista)** opisana w stosownym załączniku, powinna być zrealizowana przez osobę, która spełnia następujące warunki:

- posiada stopień naukowy doktora nauk matematycznych lub nauk informatycznych
- ma doświadczenie (co najmniej 3 letnie) w zakresie prowadzenia ćwiczeń na kierunku Matematyka na poziomie akademickim.