

# Wykaz przedmiotów, ich treść, forma zaliczenia oraz osoba odpowiedzialna za przedmiot

## 1. Podstawy symulacji komputerowych (28 W, 6 L) Egzamin;

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. POZORSKI Jacek

### 1.1. Przegląd modelowanych zagadnień technicznych (6W)

Wykład ten ma stanowić zwięzłe przypomnienie i usystematyzowanie wiedzy ze studiów magisterskich w zakresie wybranych zagadnień mechaniki, wymiany ciepła oraz podstawowych pojęć elektrodynamiki. Omówione zostaną między innymi pojęcia bryły sztywnej, ciała stałego odkształcalnego, płynu (ciecz, gaz) i równania je opisujące. Przypomniane zostaną najważniejsze zagadnienia dotyczące drgań i ruchu falowego. Drugim celem wykładu będzie przybliżenie Słuchaczom jednolitego spojrzenia na wykorzystywane przez nich narzędzia symulacyjne (pakiety oprogramowania), głównie z zakresu obliczeniowej termomechaniki ciał stałych i płynów. Podane zostaną informacje na temat zagadnień różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych spotykanych w praktyce inżynierskiej oraz typowych warunków granicznych (początkowych, brzegowych).

### 1.2. Przegląd istotnych metod numerycznych (6W)

W pierwszej części wykładu przedstawione zostaną podstawowe pojęcia (metoda numeryczna, rodzaje błędów, algorytm obliczeń) oraz wybrane zagadnienia: interpolacja i aproksymacja, rozwiązywanie układów równań liniowych oraz równań nieliniowych, operatory różnicowe, całkowanie numeryczne, analiza spektralna. Następnie, przedstawione zostaną metody rozwiązywania modelowanych problemów technicznych (znanych z wykładu 1.1), sprowadzonych do zagadnień różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Pokazane zostaną sposoby dyskretyzacji obszaru obliczeniowego, rodzaje siatek numerycznych i kryteria ich jakości. Wyjaśnione zostaną podstawy metody różnic skończonych (MRS), objętości skończonych (MOS) i elementów skończonych (MES).

### 1.3. Popularne "solvery " (4W)

Przedstawienie zostaną zasady działania najczęściej obecnie stosowanych "solverów" (algorytmów obliczeń), ze szczególnym naciskiem na rodzinę algorytmów Sparse Direct oraz solvery iteracyjne. Najważniejsze cechy odróżniające proces obliczeniowy typu "Explicit" od analiz "Implicit".

### 1.4. Charakterystyka środowiska symulacji (6W)

Podstawy programowania równoległego. Zarządzanie RAM/EDD. Specyfika kart graficznych. Unix vs Windows. Typy licencjonowania (Flex, Stand-Alone etc.)

### 1.5. Case Studies - z praktyki DES ART i innych firm (6W)

Wybór i analiza krytyczna projektów symulacyjnych opisywanych w literaturze specjalistycznej (m.in. NAFEMS "Benchmark"). Zarys etapów typowej symulacji, z analizą źródeł ryzyka i oszacowaniem niezbędnych zasobów. Wykład ten wprowadza wiele nowych pojęć, których zrozumienie umożliwi pracę własną z wybranymi publikacjami oraz zajęcia z dalszej części Studiów.

### 1.6. Zajęcia praktyczne z symulacji (6L)

Zajęcia są uzupełnieniem oraz ilustracją wykładów, zwłaszcza z punktu 1.2.

## **2. Właściwości materiałów (30W) Egzamin**

Osoba odpowiedzialna: dr. hab. AUGUSTYNIAK Bolesław

### **2.1 Elementy mechaniki ośrodków ciągłych (12 W)**

Wykład ma na celu usystematyzowanie podstawowych wiadomości o zachowaniu ciała stałego poddanego działaniu zewnętrznych sił. Uogólnione prawo Hooke'a. Podstawowe postaci macierzy sztywności i podatności. Własności zredukowane oraz główne kryteria zniszczenia. Typy ustrojów ciągłych. Podstawowe teorie belek i powłok.

### **2.2. Modele materiałowe (8W)**

Opisane są równania, które stoją u podstaw mechanicznych właściwości ciał stałych, a nie wynikają bezpośrednio z praw podstawowych. Rodzaje modeli sprężystych. Wprowadzenie do modelowania kompozytów. Lepkosprężystość a hipersprężystość. Uplastycznienie (biliniowość, uplastycznienie cykliczne, wpływ prędkości obciążania). Wprowadzenie do modeli pełzania stali. Zarys modeli degradacji i zniszczenia stali. Wykład ilustrowany będzie ćwiczeniami. Wykład ten zawiera pewną liczbę ćwiczeń poglądowych; nie obejmuje m.in. zagadnień zmęzeniowych czy mechaniki pękania, a także modeli dotyczących ośrodków sypkich i ciekłych/gazowych.

### **2.3. Pozyskiwanie danych materiałowych - Internet i Eksperyment (10W)**

Podstawowe parametry mechaniczne. Właściwości elektryczne i magnetyczne materiałów konstrukcyjnych. Niszczące i nieniszczące metody wyznaczania właściwości materiałów. Parametry łatwo i trudno dostępne z literatury. Dopuszczalne przybliżenia. Pozyskiwanie parametrów poprzez symulację.

## **3. Podstawy MES (8W, 12 L, 6 P) Zaliczenie**

Osoba odpowiedzialna: dr. inż. WIŚNIEWSKI Grzegorz

### **3.1. Wstęp do teorii MES (8W)**

Wykład wprowadza w systematyczny sposób podstawowe pojęcia związane z Metodą Elementów Skończonych (węzeł, element, funkcja kształtu, macierz sztywności, warunki brzegowe etc.).

### **3.2. Sztuka dyskretyzacji (12L)**

Warsztaty z elementami wykładu pomagają w odpowiedzi na jedno z podstawowych pytań: jak stworzyć akceptowalną dla danego zagadnienia siatkę elementów skończonych? Omawiany będzie m.in. dobór wymiarowości modelu a także niewidoczne na pierwszy rzut oka charakterystyki elementów: rząd, punkty całkowania, założenia upraszczające teorii powłok.

### **3.3. Projekt I - faza planowania (6P)**

Samodzielne opracowanie projektu dotyczącego prostego zagadnienia symulacji komputerowej metodą elementów skończonych.

## **4. Techniki MES (28L, 14P) Zaliczenie**

Osoba odpowiedzialna: dr. inż. AUGUSTYNIAK Marek

### **4.1. Strukturalne problemy liniowe (4L)**

Warsztaty pozwalające na uniknięcie poważnych błędów w pozornie trywialnych analizach. zilustrowany będzie m.in. problem koncentracji naprężeń, wpływ tzw. nieliniowości geometrycznej na wyniki analiz powłokowych a także problem szóstego stopnia swobody w typowych elementach powłokowych.

### **4.2. Problemy termiczne (6L)**

Warsztaty zwracają uwagę na problemy modelowania konstrukcji poddanych działaniu ciepła. Dylatacja cieplna konstrukcji. Przewodzenie ciepła, konwekcja swobodna i wymuszona. Promieniowanie.

**4.3. Problemy nieliniowości****(6L)**

Klasyfikacja nieliniowości. Rozumienie wykresów zbieżności w algorytmach "Implicit". Podstawowe pojęcia: podział na kroki, zbieżność, bisekcja. Modelowanie uplastycznienia. Sposoby stabilizacji obliczeń.

**4.4. Drgania konstrukcji****(6L)**

Warsztaty dotyczą specyficznych zagadnień drgań własnych i wymuszonych konstrukcji. Opis drgań elementów konstrukcji. Stany ustalone i niestalone drgań. Tłumienie drgań. Rezonans.

**4.5. Optymalizacja konstrukcji****(6L)**

Algorytmy proste (ANSYS) i zaawansowane (OptiStruct). Minimalizacja masy konstrukcji. Dobór częstości własnych drgań (tzw. odstrajanie).

**4.6. Projekt II - faza wykonania****(14P)**

Projekt wymaga wykorzystania we własnym zakresie dowolnego środowiska MES dla wykonania analizy mechanicznej lub mechaniczno-termicznej wybranego zagadnienia modelowania techniką MES.

**5. Układy wielomasowe (8W, 8L) Zaliczenie**

Osoba odpowiedzialna: dr inż. LIPIŃSKI Krzysztof

**5.1. Dynamika brył sztywnych (8W)**

Główne pojęć wykorzystywane w opisie układów wielomasowych. Otwarty łańcuch kinematyczny brył - pozycja i orientacja elementów łańcucha kinematycznego. Zamknięty łańcuch kinematyczny - najważniejsze typy równań więzów holonomicznych. Równania kinematyki otwartego układu wielomasowego. Zasada mocy przygotowanej do modelowania dynamiki układu typu otwarty łańcuch kinematyczny. Proste i odwrotne zagadnienie kinematyki mechanizmu typu ramie robota. Prezentacja rozwiązań przykładowych zagadnień dynamiki zamkniętego łańcucha kinematycznego.

**5.2. Dynamika brył sztywnych - warsztaty****(8L)**

Część warsztatowa ma za zadanie zilustrowanie trzech grup zagadnień:

- dynamika brył sztywnych - problem poszukiwania trajektorii i historii sił (algorytmy MBS),
- symulacja prostych złożeń kontaktowych w ANSYS,
- uderzenie modelowane algorytmem "Explicit".

**6. Symulacje w mechanice płynów (8W, 4L) Zaliczenie**

Osoba odpowiedzialna: dr inż. TESCH Krzysztof

**6.1. Wstęp do symulacji mechaniki płynów****(8W)**

Domknięte układy równań rządzących przepływami dla przypadków ściśliwych i nieściśliwych. Liczby kryterialne. Przepływy laminarne i turbulenty. Podstawy modelowania turbulencji. Warunki brzegowe i początkowe. Zagadnienia przepływowe z wymianą ciepła. Akustyka liniowa. Przepływy wieloskładnikowe. Przepływy nienewtonowskie.

**6.2. Warsztaty z mechaniki płynów****(4L)**

Warsztaty polegać będą na demonstracji możliwości komercyjnych kodów obliczeniowych typu Ansys CFX lub AcuSolve do rozwiązywania wybranych problemów mechaniki płynów.

## **7. Symulacje w nanotechnologii** (4W, 6 L) zaliczenie

Osoba odpowiedzialna: dr hab. RYBICKI Jarosław

### **7.1. Podstawy symulacji w skali atomowej** (4W)

Symulacje zjawisk fizycznych a fizyka obliczeniowa. Ogólna charakterystyka metody cząstek. Podstawy metody dynamiki molekularnej: wprowadzenie, symulacje przy stałej energii całkowitej układu, symulacje przy stałej temperaturze i/lub ciśnieniu, obliczenia właściwości termo-echanicznych materiałów, analiza strukturalna.

### **7.2. Symulacje wybranych zagadnień z nanotechnologii** (6L)

Obliczenia mezoskalowe i międzyskalowe: model dyslokacyjny plastyczności, modele nielokalne, algorytmy łączenia skal makro, mezo i mikroskopowych. Zastosowania do symulacji procesów pęknięcia materiałów, zmęczenia materiałowego i dynamiki wybranych nanoukładów. Wybrane rozszerzenia i warianty klasycznej metody cząstek oraz ich typowe zastosowania do rozwiązywania zagadnień przepływowych i transportowych.

## **8. Symulacje zjawisk elektromagnetycznych** (6W, 4L) zaliczenie

Osoba odpowiedzialna: dr hab. AUGUSTYNIAK Bolesław

### **8.1. Fizyka wybranych zjawisk elektromagnetycznych** (6W)

Repetitorium zjawisk elektromagnetycznych. Zasady modelowania zjawisk elektro-magnetycznych. Modelowanie stanu namagnesowania w warunkach pola stałego i zmiennego oraz wpływu naprężeń. Modelowanie magnetycznego pola rozproszonego. Modelowanie efektu prądów wirowych.

### **8.2. Symulacje MES w elektrotechnice - warsztaty** (4L)

Warsztaty dotyczą ilustracji metod symulacji zjawisk elektromagnetycznych występujących dla elementów konstrukcji poddanych działaniu pola magnetycznego stałego i zmiennego.

## **9. "Wartość dodana"** (zaliczenie)

Osoba odpowiedzialna: dr inż. AUGUSTYNIAK Marek

Przewidziane jest regularne umieszczanie na platformie Moodle materiałów dydaktycznych, najczęściej w formie PDF + kilku pytań odnoszących się do zawartej treści. Chodzi o możliwość przekazania różnorodnej wiedzy, na przekazanie której nie starczy miejsca podczas wykładów.