

Sekcja Dynamiki Układów

Komitetu Mechaniki PAN

Mechanika - kierunki rozwoju

Warszawa 2010

Sekcja Dynamiki Układów

Część pierwsza

1. Stan obecny i przyszłościowy badań

1.1 Komputerowo wspomagane projektowanie, optymalne projektowanie, analiza wrażliwości, identyfikacja, stanowią klasę zagadnień, które dzisiaj są i w przyszłości będą aktywnie rozwijane. Aktualne zagadnienia to : optymalizacja dużych układów konstrukcyjnych, uwzględnienie warunków niezawodności jako aktualnych ograniczeń projektowania, aktywne sterowanie połączone z optymalizacją w warunkach obciążeń dynamicznych.

Wprowadzenie sterowania umożliwia zbudowanie tzw. konstrukcji inteligentnych (lub adaptacyjnych).

Innym ważnym kierunkiem jest użycie metod sztucznej inteligencji do optymalnego projektowania i sterowania wybranych typów konstrukcji.

1.2 Dynamika układów materialnych jest podstawowym działem mechaniki i stanowi istotną rolę w nauce i technice zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Odkrywa także nowe jej zastosowania, zwłaszcza w robotyce. mechatronice i biomechanice.

Sekcja Dynamiki Układów

1.2 Dynamika układów materialnych obejmuje badania m.in:

- drgań liniowych i nieliniowych w tym stabilności ruchu, wrażliwość oraz badania modalne i MES,
- dynamikę układów holonomicznych i nieholonomicznych, z modelowaniem układów mechanicznych, identyfikacją i diagnostyką układów mechanicznych, szeroko rozumianą wibroakustykę układów mechanicznych z eliminacją drgań i szumów (wibroizolacja),
- dynamikę i sterowanie stacjonarnych i mobilnych robotów, mikrorobotów,
- dynamikę obiektów podwodnych i latających.

Podstawowym zagadnieniem jest poszukiwanie postaci drgań, które są szczególnie ważne ze względu na możliwość dekompozycji układu nieliniowego. Prowadzone są badania w zakresie metod analitycznych i numerycznych, które pozwalają na sformułowanie tzw. nieliniowych postaci drgań układów, w których występują silnie nieliniowe człony.

Istotna jest kontynuacja badań synchronizacji oscylatorów mechanicznych a w szczególności wirników, sprzężonych wzajemnie lub wspólnym zewnętrznym sygnałem. Również synchronizacja szeregu wirników lub wahadeł oczekuje na bardziej gruntowną analizę z wykorzystaniem najnowocześniejszych narzędzi opisu tego zjawiska.

Sekcja Dynamiki Układów

1.3 Drgania nieliniowe i sterowanie układami nieliniowymi

Prace nad synchronicznym ruchem oscylatorów dotyczą również bardzo praktycznych zastosowań jak np. wykorzystanie zsynchronizowanych wirujących wahadeł parametrycznych do ekstrakcji energii z fal morskich. Jak widać, badania sieci połączonych oscylatorów dają właściwie nieograniczone możliwości na polu modelowania wielu procesów i zjawisk dynamicznych, nie tylko fizycznych.

Kolejnymi istotnymi zagadnieniami, związanymi z układami nieliniowymi są:

- sterowanie złożonymi nieliniowymi układami mechanicznymi, w tym z zastosowaniem materiałów inteligentnych,
- monitorowanie stanu konstrukcji (SHM),
- uwzględnienie modeli nieliniowych w zastosowaniach modeli układów mechanicznych oraz identyfikacji tych układów,
- pozyskiwanie energii np. z elementów drgających za pomocą materiałów inteligentnych.

Sekcja Dynamiki Układów

1.4 Wśród działalności w zakresie drgań należy wymienić chaos deterministyczny, teorię fraktali i solitonów, zjawiska drgań bifurkacyjnych, teorię katastrof i jej aplikacje.

Rozwój wspomnianych gałęzi drgań nieliniowych pozwoli na pełniejszą analizę zjawisk w układach mechanicznych, a w wielu przypadkach były one jedynym narzędziem wyjaśniającym. Dział ten należy na tle innych postrzegać priorytetowo.

1.5 Teoria wrażliwości układów polega na badaniu zmian jej dynamiki przy zmianie pewnych parametrów kontrolnych. Dla niektórych z nich ich nawet bardzo mała zmiana związana jest z istotnymi zmianami dynamiki i wobec tego określenie wrażliwości układów na zmianę poszczególnych parametrów służyć może jako wytyczna dla konstruktorów przy doborze parametrów związanych z bezwładnością, sztywnością czy tłumieniem.

Sekcja Dynamiki Układów

1.6 Modelowanie układów fizycznych (holonomicznych i nieholonomicznych) składa się z określenia modelu fizycznego oraz zbudowanie modelu matematycznego. Modelowanie powinno być prowadzone zarówno w aspekcie teoretycznym, jak i eksperymentalnym i obejmuje ono takie elementy, jak: model zjawisk zachodzących w obiekcie, model interakcji pomiędzy obiektem i otoczeniem – model sygnałów wejściowych i zakłóceń. Elementy modelu mogą być zdeterminowane, bądź losowe.

1.7 Identyfikacja, diagnostyka i monitoring maszyn nieodłącznie związana jest z badaniami eksperymentalnymi i wzbogacona o teorię optymalizacji pozwala w oparciu o przyjęte wskaźniki jakości na wyznaczenie (obliczenie) poszczególnych jej parametrów.

W efekcie pozwala to na badanie procesów przejściowych, diagnostykę czy zmiany konstrukcyjne analizowanego układu. Identyfikacja dotyczy układów o zmiennej strukturze.

Systemy monitorowania i diagnostyki konstrukcji o wysokim poziomie ryzyka awarii.

Sekcja Dynamiki Układów

1.8 Dynamika i sterowanie stacjonarnych i mobilnych robotów, mikrorobotów i maszyn kroczących a także obiektów podwodnych i latających nabiera coraz większego znaczenia.

Ogniskuje ona wszystkie omawiane dotąd działy pokrewne. Dział ten wytycza rozwój nowej technologii i stanowi wiodący kierunek rozwoju nowoczesnego przemysłu bazującego na szerokiej i solidnej bazie teoretycznej.

Analiza układów dynamicznych silnie nieliniowych dyskretnych i ciągłych przy użyciu metod perturbacyjnych oraz rozwój i modyfikacje tych metod z zastosowaniem obliczeń symbolicznych.

Modelowanie i analiza zagadnień kontaktowych z uwzględnieniem tarcia, uderzeń, wymiany ciepła i zużycia.

Sekcja Dynamiki Układów

Część druga. Kierunki priorytetowe

2. Przyszłościowe kierunki badań w mechanice, a w szczególności w dynamice, można podzielić na wiele różnych nurtów, których zakresy mogą się w niektórych aspektach stykać lub nawet nakładać.

2.1 Struktury inteligentne (systemy mechatroniczne)

Rzeczywisty rozwój układów mechatronicznych powiązany jest ściśle z rozwojem inżynierii materiałowej. Dynamika będzie rozwijała się w zależności od propozycji nowych materiałów o sterowanych właściwościach, nazywanych także materiałami inteligentnymi. W chwili obecnej na elementy wykonawcze powszechnie stosowane są:

- materiały piezoelektryczne (PZT),
- z pamięcią kształtu (SMA),
- z pamięcią magnetyczną (MSM).

Sekcja Dynamiki Układów

Struktury inteligentne (systemy mechatroniczne) - cd

Obecnie brak jest materiału, który łączyłby zalety ww., mianowicie:

- materiały SMA generują znaczne siły pod wpływem zmian temperatury, ale ich działanie jest powolne i ograniczone do niewielkiego zakresu zmian geometrycznych, szczególnie trudne jest też ochłodzenie materiału do temperatury początkowej.
- materiały MSM łączą szybkość działania z generowaniem dużych sił. Jednak ich wadą jest konieczność wytworzenia znacznego pola elektromagnetycznego w celu prawidłowej aktywacji. Ze względu na rozbudowane dodatkowe oprzyrządowanie oraz istniejące w otoczeniu zakłócenia elektromagnetyczne, utrudnione jest praktyczne użycie MSM w niektórych zastosowaniach jak np. w lotnictwie.

Sekcja Dynamiki Układów

Struktury inteligentne (systemy mechatroniczne) – cd

Wytworzenie nowego materiału aktywnego, który będzie miał zalety i będzie pozbawiony wad materiałów wymienionych powyżej, pozwoli na gwałtowny rozwój nowych teorii i praktycznych rozwiązań w zakresie dynamiki, w tym:

- rozwój nowych efektywnych algorytmów sterowania,
- wykorzystanie zjawisk nieliniowych, jako naturalnego sprzymierzeńca do osiągnięcia celu przy niewielkim wkładzie energii z zewnątrz systemu,
- tworzenie systemów adaptacyjnych zdolnych do prawidłowego, i szybkiego reagowania na zmiany otoczenia np. zmiany obciążeń dynamicznych,
- wykorzystanie dynamiki do akumulacji energii i wykorzystywania jej w czasie, gdy jest ona konieczna do prawidłowego działania urządzenia,
- bezpiecznego transportu, w szczególności lotniczego i kosmicznego.

Sekcja Dynamiki Układów

2.2 MEMS-y oraz NEMS-y

Wymagają specjalistycznego opracowania podstaw mikromechaniki i mikrotechnologii oraz nanotechnologii wytwarzania takich systemów. Ze względu na znaczą miniaturyzację MEMS-y oraz NEMS-y wymagają także odrębnego potraktowania teoretycznego. Ich modele matematyczne opisywane są nieliniowymi równaniami różniczkowymi, a także mechaniką kwantową w których należy uwzględnić zjawiska zwykle pomijalne w dużej skali. Powinno to umożliwić precyzyjne wyjaśnienie zjawisk zachodzących w dynamice MEMS-ów i NEMS-ów.

Przewidywanie właściwości obiektów mechanicznych, mikroobektów oraz nanoobektów i materiałów przy modelowaniu w wielu skalach (przy sprzęgnięciu opisów w skali mikroskopowej, mezoskalowej, makroskali i nanoskali). Rozwój mechaniki nanoskalowej.

Sekcja Dynamiki Układów

Obliczeniowe i strukturalne metody modelowania MEMS I NEMS

Metody obliczeniowe

- Empiryczne metody pola sił. Metoda minimalizacji energii. Metody symulacyjne dynamiki. Kinematyczna symulacja rozpoznawania obrazów i funkcje grupowania,
- Kołowa spektroskopia dwubarwności,
- Rezonans wymiany energii Fostera (FRET),
- Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR),
- Optyczno laserowa (LBOT),
- Nanomanipulacja - projektowanie oparte na wirtualnej rzeczywistości,
- Metody symulacyjne dynamiki,
- Kontrola układów w wirtualnej rzeczywistości,
- Wewnętrzne mechanizmy regulujące (aktywne i pasywne),
- Zewnętrzne mechanizmy regulujące.

Metody doświadczalne

Kołowa spektroskopia dwubarwności (spektroskopia CD). Rezonans wymiany energii Förster'a (FRET). Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR). Optyczno-laserowe chwytaki (LBOT) i fluorescencyjne cząstki.

Nanomanipulacja - projektowanie oparte na wirtualnej rzeczywistości.

Metody symulacyjne dynamiki w wirtualnej rzeczywistości.

Sekcja Dynamiki Układów

2.3 Układy biomechaniczne i inżynieria biomedyczna

Rozwój biomechaniki prawdopodobnie będzie przebiegał w kierunku rozwoju metod identyfikacji struktur biologicznych z uwzględnieniem ich geometrycznych i fizycznych nieliniowości oraz specjalnych cech organizmu żywego, prowadzących do naturalnych zmian adaptacyjnych.

Prawidłowa identyfikacja pozwoli na budowę coraz bardziej dopasowanych modeli, a to z kolei na projektowanie sztucznych struktur coraz dokładniej odwzorowujących cechy rzeczywistego obiektu biologicznego.

Obecny stan biomechaniki jest wciąż daleki od pożądanego. Rosnące zapotrzebowanie na coraz lepsze sztuczne elementy wspomagające lub zastępujące naturalne organy, pracujące w złożonych stanach dynamicznych wymusza rozwój tej dziedziny.

Zagadnienia te łączą się z nowoczesnymi metodami i systemami do diagnostyki biochemicznej dla potrzeb medycyny z uwzględnieniem bio- i nanotechnologii. Przetworniki, przyrządy i systemy pomiarowe, w tym telemetryczne z uwzględnieniem nano i mikrotechnologii dla potrzeb gospodarki, nauki, techniki, medycyny.

Sekcja Dynamiki Układów

2.4 Modelowanie i analiza dynamiki układów materialnych kontaktowych z uwzględnieniem zjawisk tarciovych, zużycia i wytwarzania ciepła. Istotnym zagadnieniem jest rozwijanie koncepcji wieloskalowego modelowania tarcia, jako procesu z opóźnieniem czasowym.

Na przestrzeni ostatnich lat pojawiło się kilka zaawansowanych modeli tarcia, w których uwzględniono efekty opóźnienia czasowego,

W tych modelach są zaawansowane charakterystyki histerezy, uwidaczniające wpływ kilku zjawisk towarzyszących procesowi tarcia, jak np.: *szttywność kontaktowa*, *pamięć tarcia* oraz *nieodwracalność* charakterystyki tarcia.

Fraktalne modele wieloskalowe mogą również być zastosowane do opisu przejścia przyleganie-poślizg w procesie tarcia.

Sekcja Dynamiki Układów

2.5 Symulacje wieloskalowe i rozchodzenie się fal w konstrukcjach

Kolejne kierunki badań to symulacje wieloskalowe, symulacje zachowania się konstrukcji na poziomie modeli materiału, symulacje wielodziedzinowe, symulacje sprzężonych pól np. zjawisk towarzyszących drganiom jak zmiana temperatury, czy generowanie ładunków przez elementy piezoelektryczne naklejone na drgającą powierzchnię, a także uwzględnienie niepewności modeli w symulacjach układów mechanicznych.

Ponadto istotne mogą się okazać badania rozchodzenia się fal o wysokiej częstotliwości w konstrukcjach jak np fale Lamba w płytach, konieczny będzie rozwój bezstykowych metod pomiarowych np. wizyjnych, w zastosowaniu do pomiarów wielkości mechanicznych, a także rozwój konstrukcji czujników bezprzewodowych. Zagadnienia te mogą stanowić podstawę do automatyzacji badań własności konstrukcji mechanicznych, zarówno w zakresie przeprowadzania eksperymentu, jak również interpretacji otrzymanych wyników.

Sekcja Dynamiki Układów

2.6 Losowość, chaos i bifurkacje

Nowe spojrzenie na problem losowości w zachowaniach nieliniowych układów dynamicznych doprowadzi do dalszego postępu w zakresie matematycznego i numerycznego modelowania procesów dynamicznych.

Doprowadzi to do zaawansowanych chaotycznych modeli deterministycznych, które znacznie precyzyjniej będą odzwierciedlały charakter danego procesu dynamicznego. Jako problemy szczegółowe można tutaj wymienić:

- zastosowanie geometrodynamiki do redukcji zagadnienia przewidywania i analizy chaosu deterministycznego w oparciu o równanie Jacobiego-Levi-Civita oraz tensorów Riccatiego i przestrzeni Riemanna i Sakasiego,
- klasyfikację nieklasycznych bifurkacji nieciągłych w układach ciągłych, fragmentami ciągłych i niegładkich (fragmentami gładkich),
- zagadnienie stabilności orbit okresowych, quasi-okresowych i chaotycznych leżących na torusach,
- wykrycie i klasyfikacja scenariuszy przejścia do chaosu w układach ciągłych (belkach, płytach i powłokach),
- zagadnienie synchronizacji i sterowania chaosem w układach ciągłych.

Sekcja Dynamiki Układów

2.7 Dynamika strukturalna obejmująca zagadnienia eksperymentalne i teoretyczne. W eksperymencie zajmuje się analizą modalną konstrukcji dla układów liniowych i nieliniowych, układów stacjonarnych i niestacjonarnych. Bardzo zaawansowane prace w tym zakresie idą w kierunku konstrukcji nowych czujników i systemów pomiarowych.

2.8 Mechatronika interdyscyplinarny kierunek łączący mechanikę, elektronikę i informatykę. Jej metody i narzędzia stosowane są w badaniach naukowych, projektowaniu, wytwarzaniu oraz eksploatacji. Nowe technologie wytwarzania oparte na automatyzacji i komputeryzacji procesów są również jednym z podstawowych działów mechatroniki.

2.9 Rozwój nowoczesnych metod identyfikacji i kontroli układów rzeczywistych. Koniecznym wydaje się udoskonalenie narzędzi oceny stateczności i charakteru ruchu na podstawie przebiegów czasowych, dla kontroli i stabilizacji odpowiedzi układu na wybranych trajektoriach (orbitach). Przy jednoczesnym przetwarzaniu tych informacji przez układ pomiarowo-kontrolny można będzie sterować odpowiedzią układu w czasie rzeczywistym. Do wykorzystania np. w robotyce.

Sekcja Dynamiki Układów

2.10 Metody numeryczne w mechanice stochastycznej

Główne kierunki badań w zakresie metod numerycznych w mechanice stochastycznej to komputerowa symulacja ośrodków niejednorodnych o strukturze periodycznej i losowych własnościach sprężystych z uwzględnieniem defektów międzyfazowych.

W tym celu wykorzystuje się stochastyczną metodę elementów skończonych opartą na uogólnionej teorii perturbacji stochastycznej, umożliwiającą wyznaczanie dowolnego rzędu momentów probabilistycznych funkcji odpowiedzi konstrukcji.

Analiza losowa dotyczy przypadku, gdy parametry materiałowe są Gaussowskimi zmiennymi losowymi i uwzględnia obliczanie momentów probabilistycznych rzędu do 4-tego włącznie, a także modelowanie probabilistycznej wrażliwości tych momentów na charakterystyki losowe cech materiałowych kompozytu.

Niezależnie przeprowadza się modelowanie efektów procesów degradacji w konstrukcjach budowlanych oraz formułowanie prognoz dotyczących niezawodności konstrukcji w oparciu o stochastyczną aproksymację procesów degradacji konstrukcji lub wybranych jej elementów.

Sekcja Dynamiki Układów

2.11 Rozwój i zastosowanie metod doświadczalnych i numerycznych w biomechanice i analizie konstrukcji mechanicznych,

- zastosowanie mechaniki eksperymentalnej w zagadnieniach technicznych i biomechanicznych,
- zastosowanie metod numerycznych w mechanice konstrukcji,
- badania nad właściwościami regenerowanych termoplastów i ich mieszanin w celu utylizacji typowych odpadów tworzyw sztucznych,
- badania nad kształtowaniem własności fizykomechanicznych kompozytów polimerowych w zastosowaniach dla chirurgii kostnej,
- problemy zmęczeniowe w analizie nośności granicznej cienkościennych struktur kompozytowych.

Sekcja Dynamiki Układów

2.12 Głównym trendem w przyszłości będzie zacieranie barier między

Różnymi dziedzinami inżynierskimi (mechanical control, electrical, etc.), a tematy badawcze będą skupiać się nad następującymi problemami:

- integracja czujników z konstrukcjami, materiały funkcjonalne, materiały z lokalnymi właściwościami fizycznymi,
- multi-scale modelling, nano-mechanika, bio-mechanika, energy harvesting, fuel cells.

Cechą charakterystyczną będą wirtualne eksperymenty, np. virtual SHM. Poza tym wróci z impetem wszystko związane z nieliniowościami, bo prawie wszystkie opisane powyżej zagadnienia prowadzą do silnych nieliniowości.

Sekcja Dynamiki Układów

2.13 Nanonauka (nanotechnologia, nanomechanika) są obecnie – po badaniach biomedycznych (walką z rakiem) i związanych z obronnością (budowa tarcz przeciwrakietowych) – najdynamiczniej rozwijającą się dyscypliną nauki i techniki na świecie.

Nanomania ogarnęła cały świat Wszyscy badacze uważają, że nanonauka i nanotechnologia czyli inżynieria molekularna, polegająca na projektowaniu i budowaniu urządzeń w skali atomowej zajmują się obiektami o rozmiarach rzędu nanometrów jest priorytetem w badaniach naukowych i wytwarzaniu.

Za priorytetowe kierunki w tym obszarze to:

1. Zjawiska i procesy w nanoskali

- fizykochemiczne podstawy syntezy nanomateriałów i nanostruktur, o kontrolowanej architekturze i właściwościach,
- inżynieria wiązań atomowych i molekularnych,
- modele i teorie wyjaśniające właściwości nanomateriałów,
- podstawy informatyki kwantowej,
- zjawiska samoorganizacji w syntezie nanomateriałów i nanostruktur,
- zjawiska magnetyczne w nanostrukturach półprzewodnikowych i metalicznych.

Sekcja Dynamiki Układów

2. Nanostruktury

- wytwarzanie nanostruktur funkcjonalnych (np.: membrany, kropki, druty i studnie kwantowe, nanorurki),
- nanostruktury specjalne (hybrydowe lub złożone, porowate),
- technologie wytwarzania nanocząstek.

3. Urządzenia w nanoskali

- urządzenia fotoniczne (np.: źródła światła, światłowody i kryształy fotoniczne),
- sensory i biosensory,
- manipulatory nanocząstek,
- nanofiltry.

4. Nanoanalitika i nanometrologia

- metody i urządzenia charakteryzacji nanostruktur i nanomateriałów.

Sekcja Dynamiki Układów

Konieczne jest wykształcenie młodych kadr z solidnymi podstawami w zakresie nauk ścisłych i technicznych. W krótkiej perspektywie czasu możliwa jest modyfikacja systemu edukacji w postaci dołączenia do kanonu wiedzy ogólnoinżynierskiej kształcenia w zakresie zjawisk i procesów w nanoskali.

Nadrzędnym celem rozwoju badań i wdrażania rozwiązań nanotechnologicznych w polskim przemyśle powinno być opracowanie i wprowadzenie na rynek nowych wyrobów z tego obszaru.

Bardzo ważnym działaniem we wszystkich rozwiniętych krajach w zakresie implementacji zaawansowanych technologii jest integracja sektora badań i sektora przemysłu. Również w Polsce należy zacieśnić współpracę między tymi dwoma sektorami.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

W związku z przyjęciem w Europie trójstopniowego systemu nauczania uniwersyteckiego wykonano analizę planów studiów i programów nauczania podstawowych przedmiotów z szeroko rozumianej Mechaniki na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn

Analizie podlegały następujące przedmioty, stanowiące podstawową wiedzę absolwenta po ukończeniu studiów I stopnia (inżynierskich) lub II stopnia (magisterskich), mającego tytuł zawodowy inżyniera lub magistra inżyniera:

1. Mechanika ogólna.
2. Teoria mechanizmów i maszyn.
3. Drgania mechaniczne.
4. Dynamika maszyn.
5. Wytrzymałość materiałów.
6. Termodynamika.
7. Mechanika płynów.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

Analizę przeprowadzono na podstawie ankiet oraz planów i programów studiów otrzymanych z następujących uczelni:

A. Politechniki, Akademie Techniczne i Uniwersytety:

1. Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki.
2. Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Mechaniczno-Elektryczny.
3. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki.
4. Politechnika Białostocka, Wydział Mechaniczny.
5. Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny.
6. Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny.
7. Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu.
8. Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa.
9. Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny.
10. Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa.
11. Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych.
12. Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny.
13. Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Mechaniczny.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

Analizę przeprowadzono na podstawie ankiet oraz planów i programów studiów otrzymanych z następujących uczelni:

B. Państwowe Wyższe Szkoły Zawodowe

1. PWSZ w Chełmie, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
2. PWSZ w Elblągu, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
3. PWSZ w Kaliszu, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
4. PWSZ w Krośnie, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
5. PWSZ w Nowym Sączu, kierunek Zarządzanie i Inżynieria Produkcji.
6. PWSZ w Pile, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
7. PWSZ w Sanoku, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.
8. PWSZ w Koninie, kierunek Mechanika i Budowa Maszyn.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

Na podstawie analizy materiału otrzymanego z wymienionych uczelni można sformułować następujące uwagi, spostrzeżenia i wnioski:

1. Formy studiów

- a) studia I stopnia w Politechnikach, Akademiach Technicznych i Uniwersytetach prowadzone są bez specjalności,
- b) studia I stopnia w Państwowych Wyższych Szkołach Zawodowych odbywają się z podziałem na specjalności.
- c) studia II stopnia w Politechnikach, Akademiach Technicznych i Uniwersytetach prowadzone są w ramach specjalności.

2. Mając na uwadze konieczność ujednoczenia podstawowej wiedzy mechanicznej inżyniera i magistra inżyniera, proponuje się ujednoczenie nazewnictwa przedmiotów tworzących tę wiedzę, szczególnie w ramach studiów inżynierskich. Proponuje się więc nazwy ogólne i jednolite treści przedmiotów:

- a) „Mechanika ogólna”,
- b) „Wytrzymałość materiałów”,
- c) „Teoria mechanizmów i maszyn”,
- d) „Drgania mechaniczne”,
- e) „Dynamika maszyn”,
- f) „Termodynamika”,
- g) „Mechanika płynów”.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

Na podstawie analizy materiału otrzymanego z wymienionych uczelni można sformułować następujące uwagi, spostrzeżenia i wnioski:

3. Również ze względu na konieczność ujednoczenia wiedzy podstawowej należy rozważyć prowadzenie przez wszystkie uczelnie na studiach inżynierskich takich przedmiotów jak:
 - a) „Drgania mechaniczne”,
 - b) „Dynamika maszyn”,
 - c) „Teoria mechanizmów i maszyn”.
4. W związku z ciągłym rozwojem wiedzy, na studiach inżynierskich, celowym jest oddzielenie:
 - a) „Mechaniki” od „Wytrzymałości materiałów”,
 - b) „Mechaniki” od „Teorii maszyn”,
 - c) „Teorii mechanizmów i maszyn” od „Podstaw automatyki”.
5. Kolejnym zagadnieniem jest potrzeba ujednoczenia wymiarów godzinowych i punktów ECTS za poszczególne przedmioty – powinno to umożliwić studentom przechodzenie z jednej uczelni na drugą po zaliczeniu semestru lub roku. Jest to zgodne z ogólnymi tendencjami, lecz w Polsce jest to zjawisko marginalne.
6. Należy rozważyć możliwość zwiększenia liczby godzin laboratoryjnych, zwłaszcza z przedmiotów uważanych tradycyjnie za teoretyczne.

Sekcja Dynamiki Układów

2.14 Analiza programów i treści nauczania

Na podstawie analizy materiału otrzymanego z wymienionych uczelni można sformułować następujące uwagi, spostrzeżenia i wnioski:

7. Z danych wynika, że nie wszystkie uczelnie stosują system punktów ECTS - należy położyć większy nacisk na powszechne stosowanie tej punktacji.
8. Studia II stopnia cechuje ogromna różnorodność, wynikająca z kształcenia na specjalnościach. Takie podejście jest z pewnością usprawiedliwione, lecz w perspektywie uniemożliwia studentom naukę w różnych uczelniach. Dlatego celowym jest wprowadzenie dodatkowej ścieżki programowej w postaci kształcenia na kierunku.
9. Dla kształcenia na kierunku proponuje się podjęcie działań prowadzących do ujednoczenia planów studiów, nazewnictwa i programów przedmiotów oraz punktacji ECTS.
10. W nawiązaniu do powyższych wniosków proponuje się dołączenie do standardów nauczania wzorcowych punktacji ECTS i wzorcowych arkuszy ECTS z poszczególnych przedmiotów. Dla celów analityczno-porównawczych oraz dla ułatwienia nauki studentom zagranicznym arkusze te należy opracować w wersji dwujęzycznej polsko-angielskiej.
11. Konieczne jest także poprawienie korelacji nazw przedmiotów z ich treściami programowymi.

Dziękuję za uwagę