

Politechnika Warszawska

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

# **KATALOG PRZEDMIOTÓW**

**Studia stacjonarne  
drugiego stopnia (magisterskie)  
TOK 2013 i późniejsze**

Warszawa 2018

## Kierunki i specjalności studiów

Studia drugiego stopnia (magisterskie) trwają 3 semestry (z wyjątkiem 4 semestralnej specjalności Energetyka Jądrowa). Studia magisterskie prowadzone są na następujących kierunkach i specjalnościach.

<i>Kierunek</i>	<i>Specjalność</i>
<b>Automatyka i Robotyka</b>	Biomechanika i Biorobotyka opiekun: dr hab. inż. Cezary Rzymkowski, prof. PW Robotyka opiekun: dr hab. inż. Marek Wojtyra, prof. PW
<b>Energetyka</b>	Chłodnictwo i Klimatyzacja opiekun: dr hab. inż. Hanna Jędrzejuk Systemy i Urządzenia Energetyczne opiekun: prof. dr hab. inż. Krzysztof Badyda Zrównoważona Energetyka opiekun: prof. dr hab. inż. Tomasz Wiśniewski
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	Automatyka i Systemy Lotnicze opiekun: prof. dr hab. inż. Janusz Narkiewicz Kosmonautyka opiekun: dr hab. inż. Jan Kindracki, prof. PW Napędy Lotnicze opiekun: prof. dr hab. inż. Andrzej Teodorczyk Statki Powietrzne opiekun: dr hab. Mirosław Rodzewicz, prof. PW
<b>Mechanika i Projektowanie Maszyn</b>	Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego opiekun: dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski, prof. PW Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice opiekun: dr hab. inż. Jacek Szumbariski, prof. PW

Kierunki studiów oraz specjalności w ramach kierunków w danym roku akademickim są uruchamiane po zgłoszeniu się na nie odpowiedniej (ustalanej przez Dziekana) liczby studentów.

Opiekunami kierunków są:

- Automatyka i Robotyka – dr hab. inż. Marek Wojtyra, prof. PW
- Energetyka – prof. dr hab. inż. Konrad Świrski
- Lotnictwo i Kosmonautyka – prof. dr hab. inż. Cezary Galiński
- Mechanika i Projektowanie Maszyn – dr hab. inż. Jacek Szumbariski, prof. PW

### Regulamin studiów i warunki przyjęć na studia

Studentów studiów magisterskich stacjonarnych obowiązuje Regulamin Studiów w Politechnice Warszawskiej. Warunki przyjęć na studia magisterskie określone są coroczną decyzją Rady Wydziału i ogłaszane na wydziałowej stronie internetowej. Przyjęcia na studia magisterskie dokonywane są dwa razy w roku (po semestrze zimowym i letnim).

W sprawach nie ujętych zasadami regulaminowymi decyzje podejmuje Dziekan Wydziału.

Poniższe ustalenia precyzują niektóre punkty tego Regulaminu.

## Przebieg studiów

Student układa plan swoich zajęć na nadchodzący semestr. W planie uwzględnia się przedmioty wynikające z programu studiów na dany semestr dla odpowiedniego kierunku i specjalności, a także – o ile zaistnieje taka potrzeba – przedmioty powtarzane przez studenta. Dopuszcza się także zaliczanie pewnych przedmiotów „awansem”, czyli wpisywanie do planu zajęć przedmiotów przewidzianych na kolejne semestry nauki. Studenci przyjmowani na studia magisterskie po semestrze zimowym realizują program studiów zgodnie z planem. Natomiast studenci przyjmowani na studia po semestrze letnim realizują program studiów zaczynając od semestru II, program semestru I jest realizowany w drugiej kolejności. Program studiów i treści przedmiotów na semestrach I i II są dobrane w taki sposób, aby kolejność ich realizacji nie miała znaczenia.

Podczas przygotowywania planu studiów na kolejny semestr student dokonuje wyboru:

- Przedmiotów obieralnych, jeśli są przewidziane programem studiów. Jako przedmioty obieralne dla studenta studiującego na określonym kierunku i specjalności są traktowane wszystkie przedmioty z pozostałych kierunków i specjalności, aczkolwiek zaleca się wybieranie ich w listy proponowanej w odpowiednim załączniku podanym na stronie internetowej Wydziału. Jednorazową decyzją Dziekana mogą być ogłoszone, w danym semestrze, oraz podane na stronie internetowej Wydziału dodatkowe przedmioty obieralne, jak na przykład przedmioty prowadzone przez profesorów wizytujących z zagranicy.
- Miejsca wykonywania (Zakład) oraz tematyki pracy przejściowej (jeśli jest wymagana).
- Miejsca wykonywania i tematyki seminarium dyplomowego. Tematyka seminarium ma za zadanie uzupełnić wiadomości studenta w zakresie pracy dyplomowej. Seminarium powinno być wykonywane w tym samym zakładzie co praca dyplomowa
- Miejsca wykonywania i tematyki pracy dyplomowej

Podczas układania planu zajęć należy zwrócić uwagę na podane w katalogu prerekwizyty, czyli przedmioty, których zaliczenie jest zalecane przed uczęszczaniem na wybrany przedmiot. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się uczęszczanie na przedmiot bez zaliczenia zalecanych prerekwizytów, jednakże student powinien mieć świadomość zwiększonego ryzyka uzyskania negatywnej oceny. W wypadkach, gdy prerekwizyt jest oczywisty (jak np. *analiza I* dla *analizy II*), nie jest on sygnalizowany w katalogu.

Po każdym semestrze postępy w nauce studenta są sprawdzane i dokonywana jest procedura rejestracji na kolejny semestr. Po zakończeniu nauki sprawdza się, czy student spełnia warunki ukończenia studiów.

## Zasady rejestracji na kolejne semestry

### System punktowy

Każdemu przedmiotowi przypisywana jest określona liczba punktów ECTS (*European Credit Transfer System*). Liczba punktów odzwierciedla znaczenie przedmiotu, jego stopień trudności i nakład pracy niezbędny do uzyskania zaliczenia. Studenci uzyskują punkty, otrzymując pozytywną ocenę z przedmiotu (wysokość oceny nie ma znaczenia). Łączna liczba punktów przyporządkowanych przedmiotom występującym w planie każdego semestru studiów wynosi 30.

### System ocen

1. Z każdego przedmiotu po zakończeniu semestru wystawia się jedną ocenę, niezależnie od podziału zajęć na wykłady, ćwiczenia i laboratoria.
2. Skala ocen składa się z jednej oceny negatywnej – 2 oraz z pięciu ocen pozytywnych: 3, 3½, 4, 4½, 5.
3. W absolutnie wyjątkowych sytuacjach, jako wynik pracy semestralnej z przedmiotu może być wystawiony „warunek” *N*. Oznacza on, że prowadzący przedmiot pozytywnie ocenia postępy studenta w trakcie semestru, natomiast uznaje za uzasadnioną ważnymi przyczynami losowymi niemożność przystąpienia do ostatecznego sprawdzianu. „Warunek” *N* upoważnia studenta do zaliczenia przedmiotu najpóźniej do końca następnego semestru, bez konieczności powtórnego uczęszczania na zajęcia i bez odpłatności za powtarzanie. Nie rozliczenie się z „warunkiem” *N* przy następnej rejestracji

sprawia, że dany przedmiot pozostaje niezaliczony i musi być powtarzany. Za przedmiot z warunkiem *N* nie przyznaje się punktów.

### Regulamin rejestracji na kolejny semestr

1. Warunkiem rejestracji na kolejny semestr jest zgromadzenie od początku studiów liczby punktów nie mniejszej niż podane w poniższej tabelicy. Liczby te są obniżone w stosunku do nominalnych (30 punktów za semestr). Uzyskanie liczby punktów mniejszej niż nominalna, ale nie mniejszej niż podana w tabelicy jest równoważne *rejestracji warunkowej*.

<i>Studia magisterskie</i>			
Rejestracja na semestr	II	III	IV <sup>*)</sup>
Liczba zgromadzonych punktów	22	50	80

\*) dotyczy studiów 4-semestralnych

2. Osoba, która nie spełnia warunków rejestracji na kolejny semestr zostaje skreślona z listy studentów. Wyjątek stanowią dwa ostatnie semestry studiów, na które można uzyskać ponowną rejestrację.
3. Przedmiot, z którego student uzyskał negatywną ocenę musi być powtarzany. Przedmiot można powtarzać jedynie dwukrotnie. Osoba, która trzykrotnie nie zaliczyła przedmiotu zostaje skreślona z listy studentów.
4. Dziekan może udzielić studentowi urlopu zdrowotnego, losowego lub okolicznościowego. Warunki uzyskania urlopu są określone w Regulaminie Studiów.
5. W szczególnych przypadkach Dziekan może udzielić studentowi przebywającemu na urlopie zgody na zaliczanie pewnych przedmiotów „awansem”.
6. Studia magisterskie nie mogą trwać dłużej niż pięć semestrów. W przypadku udzielenia studentowi urlopu, limit czasu studiów odpowiednio się przedłuża.
7. W przypadku kontynuacji studiów na Wydziale nadwyżka punktów zgromadzona podczas studiów inżynierskich nie jest zaliczana do punktacji studiów magisterskich. Drugi stopień studiów rozpoczyna się zawsze z zerowym stanem punktów.

### **Przedmioty wybierane dowolnie**

Pewną część przedmiotów umieszczonych w planie studiów każdego z kierunków i wszystkich specjalności stanowią przedmioty obieralne. Przedmioty obieralne pozwalają na dostosowanie planu studiów do szczegółowych zainteresowań studenta.

Studenci kierunku Mechanika i Budowa Maszyn wybierają nie tylko przedmioty obieralne lecz też przedmioty z grupy przedmiotów specjalnościowych. Wybór jest tu ograniczony do przedmiotów z podanej dla specjalności listy.

### **Przedmioty obieralne**

Obowiązują następujące zasady wyboru przedmiotów obieralnych:

1. Przed każdym semestrem będzie publikowana lista oferowanych dodatkowych wykładów, które będzie można zaliczać jako przedmioty obieralne. Przedmioty takie, na przykład, prowadzone przez profesorów wizytujących z zagranicy, uruchamiane będą decyzją Dziekana.
2. W planie studiów przedmioty obieralne oznaczane są nominalnie bez podziału na wykłady, ćwiczenia, laboratoria i projekty, proszę także nie sugerować się kodem przedmiotu. Istotna jest jedynie liczba punktów ECTS jaka w danym semestrze należy zdobyć poprzez przedmioty obieralne..

3. Dla poszczególnych kierunków i specjalności studiów opracowano listę **sugerowanych** przedmiotów obieralnych. Listy mają wyłącznie charakter doradczy i nie zawężają możliwości wyboru.

Lista ta znajduje się na stronie internetowej Wydziału: <http://www.meil.pw.edu.pl/pl/MEiL/Studia>

### Warunki ukończenia studiów

Warunki ukończenia studiów magisterskich są następujące:

- Zaliczenie wszystkich przedmiotów przewidzianych planem studiów magisterskich na wybranym kierunku i specjalności,
- Uzyskanie 90 punktów ECTS włącznie z pracą dyplomową (lub 120 punktów ECTS na studiach 4-semestralnych).  
W indywidualnych przypadkach liczby te są zwiększone o punkty ECTS odpowiadające przedmiotom uzupełniającym z programu studiów I stopnia – obowiązek zaliczenia tych przedmiotów jest określany w trakcie procedury rekrutacji na studia i jest zatwierdzany decyzją Rady Wydziału.
- Wykonanie pracy dyplomowej magisterskiej i zdanie egzaminu dyplomowego magisterskiego.

Ocena z przebiegu studiów jest średnią ważoną obliczaną według wzoru:

$$Ocena\ \acute{s}rednia = \frac{\sum_{i=1..Z} g_i \cdot O_i}{\sum_{i=1..Z} g_i}, \quad \begin{array}{l} Z - \text{zbiór zaliczonych przedmiotów,} \\ g_i - \text{liczba punktów przypisana przedmiotowi } i, \\ O_i - \text{ocena z przedmiotu } i. \end{array}$$

Oceny negatywne nie są wliczane do średniej.

Egzaminy dyplomowe organizowane są kilka razy w roku - nominalnie w styczniu, marcu, czerwcu, wrześniu i październiku. Szczegółowe terminy składania prac dyplomowych na każdy rok akademicki podawane są na stronach internetowych Wydziału.



## Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka

Automatyka i Systemy Lotnicze	Semestr 1
	Semestr 2
	Semestr 3
Napędy Lotnicze	Semestr 1
	Semestr 2
	Semestr 3
Statki Powietrzne	Semestr 1
	Semestr 2
	Semestr 3



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka**  
**Specjalność Automatyka i Systemy Lotnicze**  
**Semestr 1**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES21</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny magisterski 1	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK326A</a>	Dynamika lotu	2	0	0	0	0	2
2.	<a href="#">ML.NK321A</a>	Fizyczne podstawy zagrożeń atmosferycznych	1	0	0	0	0	2
3.	<a href="#">ML.NK327</a>	Niekonwencjonalne napędy	2	0	0	0	0	2
4.	<a href="#">ML.NK481A</a>	Równania różniczkowe cząstkowe	1	2	0	0	0	4
5.	<a href="#">ML.NK389</a>	Sterowanie w lotnictwie i kosmonautyce	2	0	0	0	0	3
6.	<a href="#">ML.NK398</a>	Techniki kosmiczne	2	0	0	0	0	2
7.	<a href="#">ML.NK328</a>	Wymiana ciepła w lotnictwie	3	0	0	0	0	4
8.	<a href="#">ML.NK488A</a>	Wyposażenie pokładowe	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK342</a>	Metoda elementów skończonych 1	2	0	1	0	0	4
2.	<a href="#">ML.NS709</a>	Programowanie sterowników przemysłowych	0	0	2	0	0	2
3.	<a href="#">ML.NS637</a>	Układy automatycznego sterowania lotem	1	0	0	1	0	2



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka**  
**Specjalność Automatyka i Systemy Lotnicze**  
**Semestr 2**

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK480</a>	Fizyka II	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NK491</a>	Praca przejściowa magisterska	0	0	0	6	0	6
3.	<a href="#">ML.NK495</a>	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	1	1	0	0	0	3
4.	<a href="#">ML.NK496</a>	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	3	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NS662A</a>	Czujniki i układy pomiarowe	1	0	1	0	0	2
2.	<a href="#">ML.NS646</a>	Laboratorium systemów lotniczych	0	0	3	0	0	3
3.	<a href="#">ML.NS647</a>	Układy nawigacji i orientacji przestrzennej	1	1	0	1	0	4
4.	<a href="#">ML.NS648</a>	Zaawansowana teoria sterowania	1	1	0	0	0	3
5.	<a href="#">ML.NS652A</a>	Zmęczenie i diagnostyka konstrukcji płatowców	2	0	1	0	0	4





**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka**  
**Specjalność Automatyka i Systemy Lotnicze**  
**Semestr 3**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES22A</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny mgr 2A	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NW137</a>	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej	0	0	0	15	0	20
3.	<a href="#">ML.NW138</a>	Seminarium dyplomowe magisterskie	0	0	0	2	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK306</a>	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	2	0	0	1	0	3
2.	<a href="#">ML.NK309A</a>	Samoloty bezzałogowe	2	0	0	1	0	3



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Napędy Lotnicze  
Semestr 1**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES21</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny magisterski 1	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK326A</a>	Dynamika lotu	2	0	0	0	0	2
2.	<a href="#">ML.NK321A</a>	Fizyczne podstawy zagrożeń atmosferycznych	1	0	0	0	0	2
3.	<a href="#">ML.NK327</a>	Niekonwencjonalne napędy	2	0	0	0	0	2
4.	<a href="#">ML.NK481A</a>	Równania różniczkowe cząstkowe	1	2	0	0	0	4
5.	<a href="#">ML.NK389</a>	Sterowanie w lotnictwie i kosmonautyce	2	0	0	0	0	3
6.	<a href="#">ML.NK398</a>	Techniki kosmiczne	2	0	0	0	0	2
7.	<a href="#">ML.NK328</a>	Wymiana ciepła w lotnictwie	3	0	0	0	0	4
8.	<a href="#">ML.NK488A</a>	Wyposażenie pokładowe	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NS640</a>	Komory spalania	2	0	0	0	0	2
2.	<a href="#">ML.NK342</a>	Metoda elementów skończonych 1	2	0	1	0	0	4
3.	<a href="#">ML.NS639</a>	Numeryczne modelowanie przepływów w silnikach turbinowych i raketowych	1	0	1	0	0	2



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Napędy Lotnicze  
Semestr 2**

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK480</a>	Fizyka II	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NK491</a>	Praca przejściowa magisterska	0	0	0	6	0	6
3.	<a href="#">ML.NK495</a>	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	1	1	0	0	0	3
4.	<a href="#">ML.NK496</a>	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	3	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NS554</a>	Sprężarki i turbiny lotnicze	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NS563</a>	Technologia silników lotniczych	2	0	0	0	0	3
3.	<a href="#">ML.NS650</a>	Wytrzymałość silników lotniczych	2	0	0	0	0	4
4.	<a href="#">ML.NS600</a>	Zaawansowane laboratorium silników	0	0	2	0	0	3
5.	<a href="#">ML.NS601</a>	Zasilanie i sterowanie silników lotniczych	2	0	0	0	0	3



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Napędy Lotnicze  
Semestr 3**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES22A</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny mgr 2A	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NW137</a>	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej	0	0	0	15	0	20
3.	<a href="#">ML.NW138</a>	Seminarium dyplomowe magisterskie	0	0	0	2	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK306</a>	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	2	0	0	1	0	3
2.	<a href="#">ML.NK309A</a>	Samoloty bezzałogowe	2	0	0	1	0	3



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Statki Powietrzne  
Semestr 1**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES21</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny magisterski 1	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK326A</a>	Dynamika lotu	2	0	0	0	0	2
2.	<a href="#">ML.NK321A</a>	Fizyczne podstawy zagrożeń atmosferycznych	1	0	0	0	0	2
3.	<a href="#">ML.NK327</a>	Niekonwencjonalne napędy	2	0	0	0	0	2
4.	<a href="#">ML.NK481A</a>	Równania różniczkowe cząstkowe	1	2	0	0	0	4
5.	<a href="#">ML.NK389</a>	Sterowanie w lotnictwie i kosmonautyce	2	0	0	0	0	3
6.	<a href="#">ML.NK398</a>	Techniki kosmiczne	2	0	0	0	0	2
7.	<a href="#">ML.NK328</a>	Wymiana ciepła w lotnictwie	3	0	0	0	0	4
8.	<a href="#">ML.NK488A</a>	Wyposażenie pokładowe	2	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NS641</a>	Lotnicze struktury inteligentne	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NS642</a>	Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych I	1	1	1	0	0	5



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Statki Powietrzne  
Semestr 2**

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK480</a>	Fizyka II	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NK491</a>	Praca przejściowa magisterska	0	0	0	6	0	6
3.	<a href="#">ML.NK495</a>	Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja	1	1	0	0	0	3
4.	<a href="#">ML.NK496</a>	Zarządzanie eksploatacją obiektów latających	3	0	0	0	0	2

**Lista przedmiotów specjalnościowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NS651</a>	Aerodynamika II	2	0	1	0	0	4
2.	<a href="#">ML.NS520</a>	Kompozyty w konstrukcjach lotniczych	2	1	0	0	0	4
3.	<a href="#">ML.PO02</a>	Przedmioty obieralne	0	0	0	0	0	2
4.	<a href="#">ML.NS663A</a>	Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych II	1	0	0	0	0	2
5.	<a href="#">ML.NS652A</a>	Zmęczenie i diagnostyka konstrukcji płatowców	2	0	1	0	0	4



**Kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka  
Specjalność Statki Powietrzne  
Semestr 3**

**Lista przedmiotów wspólnych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.HES22A</a>	Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny mgr 2A	2	0	0	0	0	3
2.	<a href="#">ML.NW137</a>	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej	0	0	0	15	0	20
3.	<a href="#">ML.NW138</a>	Seminarium dyplomowe magisterskie	0	0	0	2	0	2

**Lista przedmiotów kierunkowych:**

Lp.	Nr katalogowy	Nazwa przedmiotu	W	C	L	P	S	Punkty ECTS
1.	<a href="#">ML.NK306</a>	Optymalizacja konstrukcji lotniczych	2	0	0	1	0	3
2.	<a href="#">ML.NK309A</a>	Samoloty bezzałogowe	2	0	0	1	0	3



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Aerodynamika II</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Aerodynamics II</b>		
Nazwa skrócona:	<b>AERO2</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS651</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Krzysztof Kubryński</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, <b>1</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, <b>15</b> , 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Skrócone treści:

Znajomość i zrozumienie pojęć z zakresu zaawansowanych zagadnień aerodynamiki samolotu, koncepcji oraz projektowania aerodynamicznego, optymalizacji aerodynamicznej samolotu oraz podstaw metod obliczeniowych stosowanych w aerodynamice.

### Bibliografia:

1. Bertin J.J., Smith M.L., Aerodynamics for Engineers, Prentice Hall College 1997.
2. Kuethe A.M., Chow C-Y, Foundations of aerodynamics: bases of aerodynamic design, John Wiley and Sons, 1998.
3. Anderson Jr. J.D. - Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill International, 2006.

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu studenci potrafią rozpoznać podstawowe zjawiska przepływowe istotne dla własności aerodynamicznych samolotu, umieją wykorzystać zasady projektowania aerodynamicznego prowadzące do uzyskania wymaganych własności oraz są w stanie zastosować wybrane narzędzia projektowania aerodynamicznego.

### Kryteria oceny:

bieżąca ocena pracy studenta (laboratoria i projekty) + kolokwium zaliczeniowe  
Praca własna: Zajęcia laboratoryjne i projekty obliczeniowe

### Szczegółowe treści merytoryczne:

1. Opływ trójwymiarowych układów aerodynamicznych. Równania, warunki brzegowe i dodatkowe, metody numeryczne rozwiązań.
2. Teoria profilu cienkiego, typy profili aerodynamicznych, profile NACA, profile laminarne, warstwa przyścienna, oddziaływanie warstwa przyścienna – przepływ nielepki, typy oderwań, profile wieloelementowe.
3. Teoria powierzchni nośnej – zagadnienie analizy i projektowania, metoda siatki wirowej (VLM).





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

4. Opór indukowany, twierdzenia Munka, niepłaskie układy płatów, obliczenia sił i momentów aerodynamicznych, metoda bliskiego i dalekiego pola.
5. Płaty smukłe i układy hybrydowe. Opływ płata przy dużych kątach natarcia, nieliniowe efekty aerodynamiczne.
6. Przepływ ściśliwy, transformacja Prandtla-Glauerta, transoniczny opływ profilu, metody obliczeniowe, podobieństwo transoniczne, rodzaje profili dla zakresu transonicznego
7. Skrzydło skośne, opływ i charakterystyka w zakresie małych prędkości oraz prędkości przydźwiękowych, prosta teoria skosu, zasady projektowania.
8. Opór falowy brył osiowo-symetrycznych, reguła pól.
9. Interferencja aerodynamiczna.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Liczebność grupy laboratoryjnej – 12 osób



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Czujniki i układy pomiarowe</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Sensors and Measurement Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>CIUP</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS662A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Przemysław Bibik</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>1</b> , 0, <b>1</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>15</b> , 0, <b>15</b> , 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>4</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Dynamika lotu</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Dynamics of Flight</b>		
Nazwa skrócona:	<b>DYNLOT</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK326A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Piotr Lichota</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Skrócone treści:

Wykład obejmuje modelowanie ruchu statku powietrznego. Przedstawione są metody wyprowadzenia dynamicznych równań ruchu statków nieodkształcalnych i układów z dodatkowymi stopniami swobody. Przedstawiona jest linearyzacja równań ruchu i metody wyznaczenia pochodnych aerodynamicznych występujących w równaniach zlinearyzowanych, wykorzystywane do badania stateczności bocznej i podłużnej zaburzonego ruchu ustalonego samolotu. Przedstawione są metody badania ruchu samolotu na dużych kątach natarcia: korkociągu i „wing rock’a”. Przedstawione jest zastosowanie liniowego i nieliniowego sterowania optymalnego, oraz sterowanie metodą nieliniowej dynamiki odwrotnej do sterowania ruchem samolotu.

### Bibliografia:

1. Bandu N. Pamadi : Preference, stability, dynamics and control of airplanes, AIAA Education Series, Virginia, 2004,
2. Zdobysław Goraj : Dynamika i aerodynamika samolotów manewrowych z elementami obliczeń, BNIL, Warszawa, 2001,
3. Jan Roskam Airplane flight dynamics and automatic flight controls, DAR, Kansas, USA, 2003,
4. Michael V. Cook , Flight Dynamics Principles, BH Elsevier, 2008,
5. Materiały dostarczone przez wykładowcę pt. „Dynamika lotu” (100 stron w wersji elektronicznej).

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student nabywa umiejętności modelowania fizycznego i matematycznego ruchu samolotu, którego własności dynamiczne bada. Potrafi ocenić stateczność podłużną i boczną zaburzonego lotu poziomego samolotu, wyznaczyć parametry korkociągu ustalonego i ocenić stateczność korkociągu na podstawie numerycznej symulacji ruchu



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Kryteria oceny:**

Zdany egzamin zalicza przedmiot.

Przewidziane jest zwolnienie z części egzaminu po otrzymaniu pozytywnej oceny ze sprawdzianu wiedzy z części wykładu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Modelowanie
  - 1.1 Model fizyczny statku powietrznego – założenia
  - 1.2 Układy współrzędnych wykorzystywane w dynamice lotu.
2. Związki kinematyczne prędkości, transformacje układu
3. Siły i momenty działające na samolot w locie
4. Dynamiczne równania ruchu samolotu
  - 4.1 Równania ruchu z dodatkowymi stopniami swobody
5. Ustalony ruch samolotu
6. Linearyzacja równań ruchu
7. Siły i momenty aerodynamiczne
  - 7.1 Bezwymiarowe siły i momenty aerodynamiczne
  - 7.2 Wyznaczanie wybranych pochodnych aerodynamicznych
8. Badanie stateczności ruchu ustalonego
9. Badanie ruchu samolotu na dużych kątach natarcia
  - 9.1 Badanie korkociągu
  - 9.2 Badanie wing rocka
10. Sterowanie ruchem samolotu
  - 10.1 Ogólny model ruchu sterowanego samolotu
  - 10.2 Sterowanie liniowe
  - 10.3 Sterowanie nieliniowe

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Fizyczne podstawy zagrożeń atmosferycznych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Physics of the Atmosphere</b>		
Nazwa skrócona:	<b>FIPOZA</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK321A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. Tomasz Goetzendorf-Grabowski</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>1</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>15</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Fizyka II**  
 Nazwa przedmiotu w drugim języku: **Physics II**  
 Nazwa skrócona: **FIZA2**  
 Numer katalogowy: **ML.NK480**  
 Język wykładowy: **polski**  
 Odpowiedzialny za przedmiot: **prof. dr hab. inż. Mirosław Karpierz**

Liczba punktów ECTS: **3** Wymiar godzin: [ W, C, L, P, S, ]  
 Poziom przedmiotu: **Średnio-zaawansowany** tygodniowy: [ **2**, 0, 0, 0, 0, ]  
 Forma zaliczenia przedmiotu: **bez egzaminu** semestralny: [ **30**, 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	<b>Biomechanika i biorobotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
	<b>Biorobotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
	<b>Robotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
<b>Computer Aided Engineering Energetyka</b>	<b>Computer Aided</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
	<b>Engineering_specjalność</b>		
	<b>Chłodnictwo i Klimatyzacja</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Energetyka Jądrowa</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Maszyny i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Odnawialne Źródła i Przetwarzanie Energii</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Silniki Tłokowe</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Systemy Informatyczne w Energetyce</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Systemy i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Zrównoważona Energetyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	<b>Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
	<b>Mechanika Stosowana</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>
<b>Mechanika i Projektowanie Maszyn</b>	<b>MPM_Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>7</b>

### Skrócone treści:

ugruntowanie wiedzy z zakresu podstawowych pojęć i metodologii fizyki a także zapoznanie z elementami szczególnej teorii względności, falowymi własnościami światła oraz wykorzystaniem fotoniki w technice i telekomunikacji.

### Bibliografia:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy fizyki”, tom 4, PWN, Warszawa 2003.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

2. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok, „Podstawy fizyki”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2005.

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronie <http://efizyka.if.pw.edu.pl/twiki/bin/view/Efizyka/PodstawyFotoniki>
- M.Karpierz, „Podstawy fotoniki”, Lecture Notes, Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej 2009.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu studenci będą mieli wiedzę z podstaw teorii względności (niezbędnej między innymi w systemach pozycjonowania GPS) oraz podstaw współczesnej fotoniki i jej zastosowań (między innymi w czujnikach i telekomunikacji).

**Kryteria oceny:**

dwa kolokwia zaliczeniowe

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Elementy szczególnej teorii względności: Podstawowe pojęcia mechaniki klasycznej. Własności przestrzeni. Związek zasad zachowania z symetriami przestrzeni. Źródła sił. Praca, energia. Kontrakcja długości i dylatacja czasu. Transformacja Lorentza. Czasoprzestrzeń. Dynamika relatywistyczna. Energia relatywistyczna i konsekwencje wzoru Einsteina (defekt masy, ograniczenie prędkości przesyłania informacji). Zjawisko Dopplera.

Elektrodynamika klasyczna i optoelektronika: Definicja pól elektrycznego i magnetycznego. Równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne. Widmo fal elektromagnetycznych (rodzaje i własności fizyczne). Widzenie światła. Interferencja światła (natężenie światła, spójność fal, przykłady interferometrów). Dyfrakcja fal (model Huygensa). Holografia. Rozchodzenia się fali świetlnej w ośrodkach materialnych. Współczynnik załamania. Dyspersja, prędkość rozchodzenia się impulsów. Załamanie i odbicie fal na granicy ośrodków. Całkowite wewnętrzne odbicie. Dwójłomność. Nieliniowość optyczna. Falowody i światłowody (budowa i własności). Rodzaje światłowodów i metody ich wytwarzania. Wykorzystanie światłowodów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

informacje o przedmiocie na stronie: <http://www.if.pw.edu.pl/~karpierz/fizyka-meil.htm>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Komory spalania</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Combustion Chambers</b>		
Nazwa skrócona:	<b>KOMS</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS640</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Marian Gieras</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Spalanie (ML.NS606)

### Skrócone treści:

Poznanie różnych typów i rodzajów komór spalania silników lotniczych. Zasady projektowania i obliczenia aerodynamiki komory spalania. Organizacja i obliczenia procesów zapłonu i spalania w komorze spalania. Prowadzenie badań hamownianych komór spalania i metodyka pomiarów podstawowych parametrów określających podstawowe własności i właściwości komory spalania. Nowoczesne niskoemisyjne komory spalania. Podstawy projektowania komór spalania lotniczych silników turbinowych.

### Bibliografia:

1. Pr. zbiorowa pod red. M. Orkisz, „Turbinowe silniki lotnicze w ujęciu problemowym”, Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne”, Lublin.
  2. R. Łapucha, „Komory spalania silników turbinowo-odrzutowych”, Biblioteka Naukowa Instytutu Lotnictwa, Warszawa.
  3. H. Lefebvre, „Gas Turbine Combustion”, Taylor & Francis, USA
  4. J. B. Heywood, „Internal Combustion Engine Fundamentals”, McGrawHill Book Co., New York
- Dodatkowe literatura:  
- Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu powinien umieć przeprowadzić obliczenia aerodynamiczne i cieplne typowej komory spalania silnika turbinowego, a także wykonać wstępny projekt całej komory spalania lotniczego silnika turbinowego z uwzględnieniem zasad ograniczania emisji toksycznych produktów spalania.

### Kryteria oceny:

: Przedmiot zaliczany jest na podstawie pisemnego kolokwium

### Szczegółowe treści merytoryczne:





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

- 1.Zasady działania komór spalania silników lotniczych.
- 2.Typy i rodzaje komór spalania silników lotniczych.
- 3.Podstawy aerodynamiki komór spalania - ogólne zasady kształtowania przepływu czynnika w komorach spalania.
- 4.Rodzaje dyfuzorów - budowa i podstawy projektowania dyfuzorów.
- 5.Metody stabilizacji płomienia w komorach spalania
- 6.Metody rozpylania paliwa - badania i dobór wtryskiwaczy
- 7.Proces dyfuzji i spalanie kropeł paliwa
- 8.Podstawy organizacji zapłonu i spalania
- 9.Pętle stabilnego zapłonu i spalania
- 10.Podstawy modelowanie procesu spalania w komorach
- 11.Rura żarowa - obliczenia cieplne i wytrzymałościowe
- 12.Metody ograniczania emisji toksycznych produktów spalania.
- 13.Podstawy obliczeń i projektowania komory spalania
- 14.Podsumowanie

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Z uwagi na to, że przedmiot ma charakter interdyscyplinarny i nie jest prowadzony wg jednego podręcznika zaleca się zdecydowanie uczestnictwo w wykładach. Studenci, którzy nie chodzą na wykłady mają problemy ze zrozumieniem przebiegu fizyko-chemicznych procesów omawianych w trakcie wykładów i wyraźnie gorzej wypadają przy zaliczeniu przedmiotu



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Kompozyty w konstrukcjach lotniczych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Composite Materials in Airframes</b>		
Nazwa skrócona:	<b>KKL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS520</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Piotr Czarnocki</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2, 1, 0, 0, 0,</b> ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30, 15, 0, 0, 0,</b> ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne jednolite ,</b>	<b>2, 3, 9</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	

### Skrócone treści:

Podstawowe informacje dotyczących projektowania i wytwarzania elementów kompozytowych płatowca

### Bibliografia:

1. H. D. Middleton, „Composite Materials in Aircraft Structures”
2. R. M. Jones, “Mechanics of Composite Materials”
3. J. J. Morena, “Advanced Composite Mold Making

Dodatkowe literatura:

- Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Projektowanie lotniczych wyrobów kompozytowych. Uprozczone analizy wytrzymałościowe. Kryteria zniszczenia. Degradacja właściwości mechanicznych. Techniki wytwarzania i łączenia

### Kryteria oceny:

Kolokwia zaliczeniowe lub na podstawie prac wykonanych w czasie ćwiczeń

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Terminologia w odniesieniu do materiałów kompozytowych dla płatowców. Klasyfikacja kompozytów ze względu na zbrojenie i spoiwa. Rola zbrojenia i spoiwa. Postacie zbrojenia. Właściwości mechaniczne komponentów a właściwości mechaniczne kompozytu – uproszczone, podstawowe modele. Laminaty. Podstawy analizy wytrzymałościowo-sztywnościowej laminatów. Klasyczna teoria laminatów (równania konstytutywne). Hipotezy i kryteria wytrzymałościowe. Projektowanie strukturalnych, kompozytowych elementów płatowca. Analiza mechanizmu przenoszenia obciążeń z uwzględnieniem anizotropii stosowanego materiału. Analiza typowych rozwiązań konstrukcyjnych podstawowych elementów struktur lotniczych: pasów i ścianek dźwigara, rur skrętnych i wręg. Metody wprowadzania obciążeń skupionych z uwzględnieniem wymagań wytrzymałościowych i specyfiki materiału. Podstawowe metody wytwarzania strukturalnych kompozytowych zespołów płatowca. Wpływ procesu utwardzania



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

na właściwości mechaniczne. Stosowanie preimpregnatów. Preimpregnaty wysokotemperaturowe i wysokociśnieniowe – utwardzanie w autoklawach. Możliwości wykorzystania innych urządzeń. Preimpregnaty niskotemperaturowe i niskociśnieniowe. Wytwarzanie wyrobu z jednoczesnym przesycaniem zbrojenia. Techniki oparte o infuzję oraz RTM. Metody ręczne tzw. na mokro. Typowe wady produkcyjne. Metody wykrywania i możliwości usuwania. Połączenia realizowane w trakcie formowania i utwardzania wyrobu. Połączenia klejone i nitowane. Zasady kształtowania struktury kompozytu w obrębie połączeń. Zasady projektowania foremników. Procedura odwzorowania geometrii wyrobu kompozytowego. Wymagania w odniesieniu do modeli i foremników, wynikające z przyjętego procesu utwardzania i postaci zbrojenia. Możliwości kontroli jakości wyrobu. Degradacja właściwości mechanicznych lotniczych struktur kompozytowych. zmęczenie, delaminacja, wpływ wilgoci i temperatury. Uszkodzenia eksploatacyjne. Możliwości i techniki napraw uszkodzeń eksploatacyjnych. Zagadnienia certyfikacji wyrobu na przykładzie wymagań MIL-17. Podstawy stosowania MES do obliczeń wytrzymałościowo-sztywnościowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Laboratorium systemów lotniczych**  
Nazwa przedmiotu w drugim języku: **Aircraft Systems Laboratory**  
Nazwa skrócona: **LABSYSL**  
Numer katalogowy: **ML.NS646**  
Język wykładowy: **polski**  
Odpowiedzialny za przedmiot: **dr inż. Przemysław Bibik**

Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 0, 0, <b>3</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 0, 0, <b>45</b> , 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Skrócone treści:

Nauczenie sposobu obsługi, pozyskiwanie danych oraz badania złożonych systemów lotniczych. W ramach przedmiotu studenci zapoznają się z wybranymi czujnikami i elementami systemów lotniczych. Uczą się ich obsługi oraz rejestracji przekazywanych parametrów. Następnie wykorzystując oprogramowanie MATLAB dokonują obróbki zarejestrowanych danych oraz opracowują symulację systemu lotniczego wykorzystującego tego typu czujniki.

### Bibliografia:

1. Materiały dostarczone przez wykładowcę w formie instrukcji do ćwiczeń
2. Materiały dostarczone przez wykładowcę, udostępniane na stronie internetowej <http://zaiol.meil.pw.edu.pl> w dziale Dydaktyka. Materiały dostępne dla studentów zarejestrowanych na przedmiot, w semestrze, w którym przedmiot jest uruchomiony

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien potrafić uruchomić i obsłużyć wybrane elementy systemów lotniczych (czujniki pomiarowe, układy wykonawcze sterowania). Powinien potrafić zarejestrować dane z tych urządzeń, dokonać ich podstawowej obróbki i ocenić ich poprawność. Powinien potrafić opracować model systemu lotniczego wykorzystującego prezentowane czujniki i układy. Powinien potrafić przeprowadzić badania opracowanego systemu oraz poprawnie ocenić wyniki tych badań.

### Kryteria oceny:

Ocena ostateczna jest średnią arytmetyczną ocen uzyskanych z raportów z poszczególnych ćwiczeń.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Dla wybranych systemów lotniczych (głównie nawigacji i sterowania) studenci wykonują rejestrację z czujników pomiarowych, następnie opracowują model symulacyjny systemu lotniczego, który wykorzystuje te czujniki. Uczą się oceniać poprawność zarejestrowanych danych, testować system lotniczy oraz oceniać poprawność jego działania.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Lotnicze struktury inteligentne</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Aeronautical Smart Structures</b>		
Nazwa skrócona:	<b>LSI</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS641</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Cezary Galiński</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Aerodynamika I (ML.NK473), Budowa i projektowanie obiektów latających I (ML.NK307), Budowa i projektowanie obiektów latających II (ML.NK308), Materiały I (ML.NW107), Materiały lotnicze (ML.NK335), Wytrzymałość konstrukcji I (ML.NW117), Wytrzymałość konstrukcji II (ML.NK427)

### Skrócone treści:

Zapoznanie studentów z możliwościami wykorzystania struktur inteligentnych i systemów mikro-elektromechanicznych w lotnictwie

### Bibliografia:

1. Dziuban, Jan A. "Technologia i zastosowanie mikromechanicznych struktur krzemowych i krzemowo-szklanych w technice"
2. Gardner, Julian W. „Microsensors, MEMS, and smart devices”

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronie <http://www.matint.pl/>
- Gad-el-Hak, Mohamed „MEMS

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student będzie znał perspektywy zastosowania struktur inteligentnych w lotnictwie.

### Kryteria oceny:

kolokwium

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Materiały z pamięcią kształtu. Piezoelektryki. Makrostruktury inteligentne: zmiana geometrii płata, zmiana sztywności płata. Przegląd technik wytwarzania mikrosystemów: trawienie, mikroobróbka powierzchniowa, mikroformowanie, mikrostereolitografia. Wprowadzenie do powierzchniowych fal akustycznych. Układy MEMS stosowane w lotnictwie i astronautyce: czujniki, siłowniki. Zastosowania:



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

pasywne i aktywne techniki sterowania przepływem, sterowanie drganiami aeroelastycznymi, odladanie powierzchni nośnych, mikronapędy. Struktury samonaprawiające się. Fulereny i nanorurki.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Metoda elementów skończonych 1</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Finite Element Method 1</b>		
Nazwa skrócona:	<b>MES1</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK342</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Grzegorz Krześciński</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 2, 0, 1, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 30, 0, 15, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	<b>Biomechanika i biorobotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>4</b>
	<b>Biorobotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>4</b>
	<b>Robotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia , stacjonarne jednolite</b>	<b>4</b>
<b>Computer Aided Engineering Energetyka</b>	<b>Computer Aided Engineering_specjalność</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>4</b>
	<b>Chłodnictwo i Klimatyzacja</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Energetyka Jądrowa</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Maszyny i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Odnawialne Źródła i Przetwarzanie Energii</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Silniki Tłokowe</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Systemy Informatyczne w Energetyce</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Systemy i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Zrównoważona Energetyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>
<b>Kosmonautyka</b>		<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
<b>Napędy Lotnicze</b>		<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
<b>Statki Powietrzne</b>		<b>stacjonarne I stopnia , stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>2, 6, 8</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>		<b>Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia , stacjonarne jednolite</b>
	<b>Mechanika Stosowana</b>	<b>stacjonarne I stopnia , stacjonarne jednolite</b>	<b>4</b>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Mechanika i Projektowanie Maszyn</b>	<b>MPM_Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>4</b>

**Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):**

Wytrzymałość konstrukcji I (ML.NW117), Wytrzymałość konstrukcji III (ML.ZNK428)

**Skrócone treści:**

Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej podstaw MES, zastosowań i interpretacji wyników w zakresie analizy naprężeń.

**Bibliografia:**

1. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krześciński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
2. Zagrajek T., Krześciński G., Marek P.: Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.

Dodatkowe literatura:

1. Huebner K.H., Dewhirst D.L., Smith D.E., Byrom T.G.: The finite element method for engineers, J. Wiley & Sons, Inc., 2001.
2. Saeed Moaveni: Finite Element Analysis. Theory and Application with ANSYS, Paerson Ed. 2003.
3. Materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien rozumieć i właściwie interpretować wyniki analiz MES a także budować proste modele obliczeniowe w zakresie statycznej analizy naprężeń

**Kryteria oceny:**

Ostateczna ocena jest średnią z oceny 2 kolokwium z treści wykładu i oceny z ćwiczeń laboratoryjnych.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

Metody przybliżone w analizie ośrodków ciągłych.

MES w porównaniu do metody różnic skończonych i metody elementów brzegowych. Szkice postępowania na przykładzie równania Laplace'a.

Twierdzenie o minimum całkowitej energii potencjalnej. MES a metoda Ritza w mechanice konstrukcji.

Analiza konstrukcji prętowych. Budowa macierzy sztywności dla prętów rozciąganych, zginanych, konstrukcji kratownicowych i ramowych.

Dwuwymiarowe i trójwymiarowe zagadnienia teorii sprężystości. Ogólne zasady budowy równań dla zagadnień statycznej analizy naprężeń.

Schemat działania typowego programu MES

Laboratorium komputerowe

Wprowadzenie do modelowania metodą elementów skończonych. Program Ansys

Analiza współczynników koncentracji naprężeń w zadaniach dwuwymiarowych teorii sprężystości.

Trójwymiarowa analiza stanu naprężenia

Wyznaczanie naprężeń w powłokach osiowosymetrycznych





## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Niekonwencjonalne napędy</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Non-Conventional Propulsion Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>NKN</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK327</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Paweł Oleszczak</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Chemia spalania i paliwa (ML.NK359A), Zespoły napędowe I (ML.NK433)

### Skrócone treści:

Zdobycie wiedzy na temat najnowszych tendencji rozwoju napędów lotniczych a szczególności niekonwencjonalnych rozwiązań.

### Bibliografia:

- S. Wójcicki, „Spalanie”, PWN, Warszawa;
- S. Wójcicki, „Silniki pulsacyjne, strumieniowe, raketowe”, MON, Warszawa, 1962;
- P. Wolański, „Spalanie naddźwiękowe i jego zastosowanie w hipersonicznych silnikach strumieniowych” część I, Technika Lotnicza i Astronautyczna, 1966, 10-11;
- P. Wolański, „Spalanie naddźwiękowe i jego zastosowanie w hipersonicznych silnikach strumieniowych” część II, Technika Lotnicza i Astronautyczna, 1966, 12;
- P. Wolanski, „Air-breathing Space Boosters”, Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Lublin, Vol. XLIII/XLIV, 32, 1988/1989, pp. 355-364. ;
- P. Wolanski, „Alternatywne paliwa lotnicze do silników turbinowych”, Technika Lotnicza i Astronautyczna, Nr 2, 1987, str. 6-8.;
- P. Wolański, „Silniki turbinowe dla samolotów komunikacyjnych”, Seminarium „Eksplotacja Silników CF6-80C2 w PLL „LOT” S.A. lata 1989-1994, Referaty, Warszawa, 1994, str. 3-19; Kopie prezentacji na stronie WWW Wydziału
- [http://materialy.itc.pw.edu.pl/zsl/napedy\\_kosmiczne/](http://materialy.itc.pw.edu.pl/zsl/napedy_kosmiczne/)
- <http://www.isabe2009.com>



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu będzie istnieć możliwość doboru silnika do różnych rodzajów napędów lotniczych, oraz podjęcie pracy przy konstruowaniu nowoczesnych silników lotniczych.

**Kryteria oceny:**

Przedmiot zaliczany jest na podstawie pisemnego egzaminu

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Metody podnoszenia sprawności wewnętrznej, napędowej i ogólnej silników lotniczych, możliwości o ograniczenia. Paliwa ekologiczne i przyszłościowe (wodór, metan, alkohol etylowy); Eżektory: zasada działania, osiągi i zakresy stosowania; Propfany: zasada działania, charakterystyki i zakresy stosowania; Silniki strumieniowe – teoria i konstrukcje. Silniki strumieniowe z poddźwiękową i naddźwiękową komorą spalania: dyfuzory pod i naddźwiękowe komory spalania i stabilizacja płomienia, spalanie naddźwiękowe. Silniki o spalaniu detonacyjnym: pulsacyjne (PDE), z wirującą detonacją (RDE) oraz stacjonarną detonacją; Silniki zespolone przepływowo-rakietowe (turbinowo-rakietowe; strumieniowo-rakietowe; turbinowo-strumieniowo-rakietowe). Silniki elektryczne do napędów lotniczych, układy zasilania w energię elektryczną, osiągi i zakresy stosowania. Mili i mikro napędy lotnicze; osiągi. Aspekty ekologiczne. Napędy do celów specjalnych; silniki adaptacyjne (regulacje układów wlotowych i wylotowych, komór spalania), wektorowanie ciągu. Kierunki rozwoju: zintegrowane metody projektowania, chłodzenie międzystopniowe, rekuperacja ciepła, materiały. Silniki do samolotów hipersonicznych. Obliczenia termo gazodynamiczne niekonwencjonalnych napędów lotniczych.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Numeryczne modelowanie przepływów w silnikach turbinowych i raketowych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Numerical Simulation of Flows in Turbo and Rocket Engines</b>		
Nazwa skrócona:	<b>NMPSTR</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS639</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Janusz Piechna</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 0, 1, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 0, 15, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Skrócone treści:

Nauczenie sposobu budowaniu poprawnych fizycznych i numerycznych modeli przepływu w silnikach turbinowych i raketowych

### Bibliografia:

1. Ferziger, Perić, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer
2. Versteeg, Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Pearson, Prentice Hall,
3. Fluent 6.3 Help

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronie <http://www.desktopaero.com/appliedaero/preface/welcome.html>, <http://www.cfd-online.com/Links/onlinedocs.html>
- Tu J., Yeoh G.H., Liu C., Computational Fluid Dynamics- A Practical Approach, BH
- Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu studenci posiadają praktyczną umiejętność wykorzystywania programów CFD do analizy przepływów w silnikach turbinowych i raketowych..

### Kryteria oceny:

2 sprawdziany z teorii, punktowy system oceny pracy i postępów studenta na zajęciach laboratoryjnych  
Praca własna: Zajęcia laboratoryjne, podczas których studenci powinni zaprojektować model fizyczny analizowanego zjawiska, zbudować jego model numeryczny, wykonać obliczenia w programie CFD oraz przedstawić wyniki w postaci graficznej.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

1. Modele przepływów stacjonarnych i przepływów nieustalonych płynu ściśliwego.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

2. Dyskretyzacja obszaru obliczeniowego: siatki stałe, ruchome siatki i siatki deformowalne.
3. Warunki brzegowe: stałe, ruchome i periodyczne.
4. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania zdyskretyzowanych równań Eulera i Naviera-Stokesa..
5. Modelowanie turbulencji: modele RANS jedno i dwu - równaniowe.
6. Przepływy ze źródłami ciepła- przepływy przez komory spalania.
7. Przepływ z wymianę ciepła przez ścianki – chłodzenie łopatek turbin.
8. Przepływy przez materiały porowate – chłodzenie łopatek turbin.
9. Zasady tworzenia procedur definiowanych przez użytkownika
10. Współdziałanie przepływu z obiektami ruchomymi- sterowanie wektorem ciągu
11. Modelowanie hałasu przepływowego

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Liczebność grupy laboratoryjnej – 12 osób



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Optymalizacja konstrukcji lotniczych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Optimization in Aircraft Design</b>		
Nazwa skrócona:	<b>OPTYKL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK306</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. Tomasz Goetzendorf-Grabowski</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, <b>1</b> , 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, <b>15</b> , 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Budowa i projektowanie obiektów latających I (ML.NK307)

### Skrócone treści:

Zaznajomienie słuchaczy z zagadnieniami optymalizacji w projektowaniu statków powietrznych. Poznanie metod i aspektów obliczeniowych optymalizacji.

### Bibliografia:

1. D.P. Raymer, Aircraft Design: A Conceptual Approach, AIAA Education Series
2. G.N. Vanderplaats: Numerical Optimization Techniques For Engineering Design, McGraw Hill
3. Ross Baldick: Applied Optimization, Cambridge University Press, 2006
4. Wybrane wykłady w wersji elektronicznej

Dodatkowe literatura:

1. Materiały na stronie <http://www.meil.pw.edu.pl/pl/ZSiS/Dydaktyka/Prowadzone-przedmioty/OPTYM>
2. Przewodnik po projektach

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien wykazać się:

- Podstawową znajomością matematycznych metod optymalizacji.
- Umiejętnością formułowania i rozwiązywania prostych problemów optymalizacyjnych w projektowaniu samolotów.

### Kryteria oceny:

projekty, kolokwium

Praca własna: rozwiązanie zadań projektowych



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Zbieżna i rozbieżna spirala projektowa. Wymiarowanie. Najważniejsze elementy systemu podlegające procesowi optymalizacji: geometria, aerodynamika, zespół napędowy, misja i osiągi, struktura i własności masowe, stateczność i układy sterowania, systemy poprawy bezpieczeństwa, obsługa i charakterystyki ekonomiczne. Wybór optymalnego obciążenia powierzchni i obciążenia ciągu. Optymalizacja w projektowaniu samolotów specjalnego przeznaczenia (np. lekkich, pożarowych, bojowych i innych). Wybór funkcji celu i parametrów odpowiedzialnych za zmiany funkcji celu. Matematyczne podstawy optymalizacji: metoda przeszukiwania, metoda najstromejszego gradientu, metoda gradientów sprzężonych. Kryteria zbieżności algorytmów. Programowanie liniowe.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Praca przejściowa magisterska</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Intermediate Masters Project</b>		
Nazwa skrócona:	<b>PPM</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK491</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Paweł Pyrzyński</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>6</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 0, 0, 0, <b>6</b> , 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ 0, 0, 0, <b>90</b> , 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:	
<b>Automatyka i Robotyka</b>	<b>Biomechanika i biorobotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Biorobotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Robotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
<b>Energetyka</b>	<b>Chłodnictwo i Klimatyzacja</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Energetyka Jądrowa</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Maszyny i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Odnawialne Źródła i Przetwarzanie Energii</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Silniki Tłokowe</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Systemy Informatyczne w Energetyce</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Systemy i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Zrównoważona Energetyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
	<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
		<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
<b>Napędy Lotnicze</b>		<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
<b>Statki Powietrzne</b>		<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	<b>Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>	

### Skrócone treści:

Rozwiązanie postawionego zadania i przedstawienie w formie pisemnej krótkiego sprawozdania z wykonanej pracy.

### Bibliografia:

Książki i podręczniki akademickie, czasopisma naukowe, internet

### Efekty kształcenia:

Opanowanie umiejętności: - rozwiązania postawionego problemu, - doboru literatury, - wyboru metod badawczych, - przedstawienia i krytycznej analizy wyników.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Kryteria oceny:**

Ocenie podlega odpowiednie wyodrębnienie zadania, analiza literatury, rozwiązanie zadania i jego pisemne przedstawienie.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Szczegółowe treści merytoryczne zależą od tematu oraz charakteru pracy (projektowo-konstrukcyjna, obliczeniowa, eksperymentalna)

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Tematykę pracy przejściowej ustala student w porozumieniu ze swoim opiekunem indywidualnym. Tematyka musi być zgodna z kierunkiem i specjalnością studiów wybranymi przez studenta.





## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Programowanie sterowników przemysłowych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>PLC Programming</b>		
Nazwa skrócona:	<b>PSP</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS709</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Marcin Żugaj</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ 0, 0, <b>2</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 0, 0, <b>30</b> , 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Przedmiot humanistyczno-ekonomiczno-społeczny magisterski 1</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:			
Nazwa skrócona:	<b>HES21</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.HES21</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Jacek Szumbariski</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Energetyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Mechanika i Projektowanie Maszyn</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>





## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Przedmioty obieralne</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Elective courses</b>		
Nazwa skrócona:	<b>PO</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.PO02</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Franek Wirtualny</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ 0, 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 0, 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	<b>Biomechanika i biorobotyka</b>	<b>stacjonarne I stopnia ,</b>	<b>2, 7</b>
	<b>Robotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	
		<b>stacjonarne I stopnia ,</b>	<b>2, 6</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	
<b>Energetyka</b>	<b>Chłodnictwo i Klimatyzacja</b>	<b>stacjonarne I stopnia ,</b>	<b>2, 7</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	
	<b>Systemy i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Zrównoważona Energetyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	<b>Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia ,</b>	<b>1, 5</b>
	<b>Mechanika Stosowana</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	
	<b>Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice</b>	<b>stacjonarne I stopnia</b>	<b>5</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Mechanika i Projektowanie Maszyn</b>	<b>MPM_Komputerowe Wspomaganie Projektowania Inżynierskiego</b>	<b>stacjonarne I stopnia ,</b>	<b>1, 5</b>
	<b>MPM_Modelowanie i Symulacje Komputerowe w Mechanice</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Master Diploma Thesis</b>		
Nazwa skrócona:	<b>PPDM</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NW137</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Paweł Pyrzyński</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>20</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 0, 0, 0, <b>15</b> , 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ 0, 0, 0, <b>225</b> , 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	-	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>3, 4, 10</b>
<b>Computer Aided Engineering</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
<b>Energetyka</b>	-	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>3, 4, 10</b>
	<b>Energetyka Jądrowa</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3, 4</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	-	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>3, 4, 10</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	-	<b>stacjonarne jednolite , stacjonarne II stopnia</b>	<b>3, 4, 10</b>

### Skrócone treści:

Synteza wiedzy nabytej podczas studiów 1. i 2. stopnia. Umiejętność rozwiązania postawionego problemu badawczego i jego przedstawienia w formie rozprawy.

### Bibliografia:

Książki i podręczniki akademickie, czasopisma naukowe, internet

### Efekty kształcenia:

Opanowanie umiejętności: - rozwiązania postawionego zadania badawczego, - doboru literatury, - wyboru metod rozwiązania, - przedstawienia i krytycznej analizy wyników. Dokładna specyfikacja zależna jest od tematyki pracy

### Kryteria oceny:

Prowadzący pracę (promotor) oraz recenzent sprawdzają wykonanie założonego zadania oceniając poszczególne jej aspekty wg formularza oceny pracy dyplomowej. W przypadku pozytywnej oceny następuje jej zaliczenie, zaś ostateczna ocena wystawiana jest przez komisję podczas egzaminu dyplomowego.

### Szczegółowe treści merytoryczne:



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

Szczegółowe treści merytoryczne zależą od tematu oraz charakteru pracy (projektowo-konstrukcyjna, obliczeniowa, eksperymentalna)

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Tematykę pracy dyplomowej magisterskiej ustala student w porozumieniu ze swoim opiekunem indywidualnym. Tematyka musi być zgodna z kierunkiem i specjalnością studiów wybranymi przez studenta. Po przygotowaniu pracy dyplomowej student uzyskuje jej zaliczenie i – jeśli spełnia pozostałe warunki ukończenia studiów – zostaje dopuszczony do egzaminu dyplomowego, którego częścią jest obrona pracy dyplomowej



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Równania różniczkowe cząstkowe</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Partial Differential Equations</b>		
Nazwa skrócona:	<b>RRC</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK481A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Marta Poćwierz</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 2, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ 15, 30, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	<b>Biomechanika i biorobotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Robotyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Energetyka</b>	<b>Chłodnictwo i Klimatyzacja</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Systemy i Urządzenia Energetyczne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Zrównoważona Energetyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Skrócone treści:

Równania różniczkowe I rzędu - metoda charakterystyk.  
Klasyfikacja RRCz II rzędu i ich postać kanoniczna.  
Rozwiązywanie zagadnień brzegowo-początkowych i brzegowych metodą separacji zmiennych Fouriera. Zasada maximum dla równania przewodnictwa cieplnego i Równania Laplace'a.  
Wykorzystanie metody różnic skończonych do rozwiązywania zagadnienie Dirichleta dla równania Laplace'a zdefiniowanego na obszarze prostokątnym  
Elementy analizy funkcjonalnej i definicja słabego rozwiązania.  
Równania różniczkowe cząstkowe w środowisku programu Mathematica.

### Bibliografia:

1. T. Myint\_U, L. Debnath: Linear Partial Differential Equations for Scientists and Engineers.
2. Y. Pinchover and J.Rubinstein: An Introduction to Partial Differential Equations.
3. W. A. Strauss: Partial Differential Equations an Introduction.

### Efekty kształcenia:

Zna pojęcia teorii równań różniczkowych cząstkowych: liniowego, prawie liniowego i quasi-liniowego. Zna metodę charakterystyk dla równania kwaziliniowego I rzędu.  
Zna metodę klasyfikacji równań prawie liniowych II rzędu.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

Zna sformułowania podstawowych zagadnień granicznych dla równań II rzędu typu hiperbolicznego, eliptycznego i parabolicznego. Zna podstawowe przykłady zastosowań takich zagadnień w technice i fizyce.

Zna metodę separacji zmiennych Fouriera.

Potrafi sprowadzić równanie różniczkowe cząstkowe (przypadek dwuwymiarowy) do postaci kanonicznej.

Potrafi rozwiązać proste zagadnienie graniczne dla równania parabolicznego i hiperbolicznego posługując się metodą rozdzielania zmiennych.

**Kryteria oceny:**

Kolokwium (egzamin połówkowy) w połowie semestru) - zaliczenie na minimum 3.0.

Egzamin końcowy z drugiej połowy semestru - zaliczenie na minimum 3.0

Udział w ćwiczeniach: dopuszczalna ilość nieobecności w semestrze 3

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Równania różniczkowe I rzędu-metoda charakterystyk (przypadek równania quasi-liniowego). Zagadnienie Cauchy'ego.
2. Klasyfikacja RRCz II rzędu dla  $n=2$  i  $n>2$ . Postać kanoniczna równania hiperbolicznego, równania parabolicznego i równania eliptycznego.
3. Rozwiązywanie zagadnienia Cauchy'ego dla struny. Wzór d'Lamberta dla równania niejednorodnego.
4. Rozwiązywanie zagadnienia brzegowo-początkowego dla struny ograniczonej (przypadek ogólny).
5. Rozwiązywanie zagadnienia brzegowo-początkowego (I zagadnienie Fouriera) dla pręta ograniczonego metodą separacji zmiennych Fouriera, zasada maximum dla równania przewodnictwa cieplnego.
6. Równania eliptyczne, własności funkcji harmonicznych. Zagadnienie Dirichleta dla równania Laplace'a w obszarze prostokątnym półograniczonym
7. Wykorzystanie metody różnic skończonych do rozwiązywania zagadnienie Dirichleta dla równania Laplace'a zdefiniowanego na obszarze prostokątnym
8. Elementy analizy funkcjonalnej i definicja słabego rozwiązania.
9. Wprowadzenie do programu Mathematica ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania go do rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych liniowych I i II rzędu

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**





## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Samoloty bezzałogowe</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Unmanned Aerial Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>SAMBEZ</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK309A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Zdobysław Goraj</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, <b>1</b> , 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, <b>15</b> , 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Seminarium dyplomowe magisterskie</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Master Diploma Seminar</b>		
Nazwa skrócona:	<b>SEMMGR</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NW138</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Paweł Pyrzanowski</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 0, 0, 0, <b>2</b> , 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ 0, 0, 0, <b>30</b> , 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Automatyka i Robotyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
<b>Computer Aided Engineering</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
<b>Energetyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
	<b>Energetyka Jądrowa</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>4</b>
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>
<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>	-	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>3</b>

### Skrócone treści:

Zapoznanie z metodami zbierania oraz krytycznej analizy informacji na zadany temat oraz jej prezentacji na forum publicznym.

### Bibliografia:

Książki i podręczniki akademickie, czasopisma naukowe, internet.

### Efekty kształcenia:

Umiejętność zbierania danych - wyszukiwanie z różnych źródeł, krytyczna ocena jakości danych (zwłaszcza z internetu). Przygotowanie krótkiej i zwięzłej prezentacji oraz jej przedstwienie w ciągu 10-15 minut. Obrona zaprezentowanych tez w publicznej dyskusji.

### Kryteria oceny:

Ocenie podlega jakość zebranej informacji, przeprowadzona analiza, zwłaszcza krytyczne ustosunkowanie się do zebranych danych oraz sposób prezentacji. Zaleca się, aby prezentacja odbywała się w szerokim gronie studentów, którzy łącznie z prowadzącym oceniają pracę.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Zaleca się aby przedmiot zaliczany był w dwóch etapach:

1. Zebranie materiałów na zadany temat uwzględniając wszystkie dostępne źródła, w tym książki, podręczniki akademickie, czasopisma naukowe oraz internet. Zebrany materiał powinien być przeanalizowany i podsumowany w formie krótkiej pracy pisemnej zawierającej odniesienia do użytych



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

źródeł wiedzy. Opis ten powinien powstawać według wskazówek opiekuna a postęp kontrolowany podczas indywidualnych spotkań. Ważną częścią tego etapu jest poddanie zebranych danych szczegółowej analizie krytycznej ich poprzez porównanie oraz porównanie z wiedzą wyniesioną z zajęć na które student uczęszczał na uczelni. Wymagać należy materiał pochodził ze źródeł krajowych i zagranicznych.

2. Prezentacja pracy. Zaleca się aby prezentacja odbywała się w większym gronie osób, podczas seminariów zakładowych lub w grupie kilku-kilkunastu studentów odrabiających przedmiot. Każda z osób zaliczających przedmiot w czasie 10-15 minut przedstawia wynik pracy w formie prezentacji, po czym odpowiada na pytania na temat pracy zadawane przez wszystkich obecnych. Forma tego zaliczenia przygotować ma do późniejszej obrony pracy dyplomowej.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Seminarium przygotowywane powinno być pod kierunkiem promotora pracy dyplomowej magisterskiej i nawiązywać do jej tematyki, poruszając jakiś problem nie omawiany bezpośrednio w tej pracy. Przedmiot seminarium powinien leżeć w tematyce końzonego kierunku i specjalności.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Sprężarki i turbiny lotnicze</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Aircraft Compressors and Gas Turbines</b>		
Nazwa skrócona:	<b>STL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS554</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>mgr inż. Janusz Klammer</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite ,</b>	<b>2, 3, 9</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	

### Skrócone treści:

Nauczenie sposobów opisywania metodami inżynierskimi (rysunki, wzory matematyczne, zbiory wartości liczbowych) budowy i procesów roboczych sprężarek i turbin lotniczych.

### Bibliografia:

Samodzielne studiowanie, wyszukiwanie publikacji szczególnie interesujących studenta

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronach <http://> wybranych samodzielnie
- Materiały na stronach <http://> wskazanych przez wykładowcę
- Dostępne książki dotyczące lotniczych silników turbinowych.
- Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Umiejętność samodzielnego opisywania, metodami inżynierskimi, budowy i funkcjonowania sprężarek i turbin lotniczych. Zrozumienie znaczenia, funkcji i szczególnych właściwości sprężarek i turbin w lotniczych zespołach napędowych

### Kryteria oceny:

Ocena wystawiana jest na podstawie zaliczenia, którego jednolita dla wszystkich forma uzgodniona jest ze studentami na pierwszych zajęciach

Praca własna:

Sporządzenie opracowania zawierającego treści merytoryczne przedmiotu, przedstawione metodami inżynierskimi i uzupełnione o wybrane zagadnienia dotyczące sprężarek i turbin lotniczych..

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Właściwości i zastosowania. Układy konstrukcyjne. Opisanie procesów metodami termodynamiki i aerodynamiki. Podstawowe teorie stopni. Palisady łopatkowe. Wirniki. Uwarunkowania cieplne i



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

wytrzymałościowe. Metody obliczeniowe. Projektowanie. Metody badania. Diagnostyka. Charakterystyki.  
Kontrola i sterowanie

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

W literaturze polskiej brak jest jednolitego podręcznika do tego przedmiotu, w związku z tym wskazane jest, aby studenci uczęszczali na wykład.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Sterowanie w lotnictwie i kosmonautyce</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Control in Aerospace</b>		
Nazwa skrócona:	<b>STELIK</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK389</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Robert Głębocki</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>

### Skrócone treści:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z metodami sterowania stosowanymi w lotnictwie i kosmonautyce. Nauczenie studentów podstawowych metod identyfikacji dynamicznej i doboru praw sterowania.

### Bibliografia:

1. R. Vogt - Sterowanie lotem statków powietrznych.
2. S. Bociek, J. Gruszecki - Układy sterowania automatycznego lotem.
3. D. MacLean - Automatic flight control systems.

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronie <http://mel.pw.edu.pl/zaiol/ZAiOL/Dydaktyka>

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu studenci znają metody sterowania różnych typów obiektów latających. Potrafią dokonać identyfikacji dynamiki sterowanego obiektu oraz zaprojektować i dobrać nastawy odpowiedniego układu sterowania.

### Kryteria oceny:

Praca domowa (40 punktów) oraz dwa kolokwia (max 30 punktów z jednego kolokwium). Student ma obowiązek zaliczyć każde z kolokwium (zalicza kolokwium) oraz uzyskać pozytywną ocenę pracy domowej. Ocena końcowa jest wyliczana na podstawie sumy zdobytych punktów.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

Praca własna: Praca domowa podczas której studenci (w grupach 2 lub 3 osobowych) powinni opracować układ sterowania w jednym kanale w oparciu o model rzeczywistego obiektu latającego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Metody sterowania statków powietrznych i kosmicznych. (samolot, śmigłowiec, rakieta). Związek z nawigacją. Układy wykonawcze sterowania stosowane w statkach powietrznych. Ocena własności dynamicznych układu regulacji (analiza układu I i II rzędu, kryteria całkowite) stosowanych w układach lotniczych. Regulacja automatyczna (regulatory PID, kompensatory, regulatory o algorytmach niekonwencjonalnych). Kaskadowe układy regulacji. Projektowanie układów regulacji (metody ZN, linie pierwiastkowe, kompensatory). Układy wspomagające (SAS, CAS, Fly by wire).



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Techniki kosmiczne</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Space Technology</b>		
Nazwa skrócona:	<b>TEKOS</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK398</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Arkadiusz Kobiera</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>egzamin</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite</b>	<b>1, 2, 8</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>
		<b>stacjonarne jednolite</b>	<b>1, 2, 8</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1, 2, 8</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Astronautyka (ML.NK468)

### Skrócone treści:

Nauczenie sposobu systemowego podejścia do projektowania i organizowania misji kosmicznych.  
Zapoznanie z podstawami budowy sztucznych satelitów, metodami wynoszenia w przestrzeń kosmiczną i zasadami eksploatacji.

### Bibliografia:

1. Brown, C.D., Elements of Spacecraft Design. Reston: AIAA (2002),
2. AIAA, Aerospace Design Engineers Guide, ed. AIAA (2003),
3. J. Nowicki, K. Zięcina „Samolot Kosmiczne”, WNT 1989,
4. P. Fortescue, J. Stark, G. Swinerd “Spacecraft Systems Engineering”, Wiley, 2007
5. D. Darling „The Complete Book of Spaceflight”, Wiley, 2003
6. Strony internetowe NASA i ESA

Dodatkowe literatura:

- Materiały na stronie <http://materialy.itc.pw.edu.pl/zsl/Techniki%20Kosmiczne/>

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien umieć określić strukturę sztucznego satelity w zależności od rodzaju misji i uwarunkowań środowiska kosmicznego. Kolejną umiejętnością jest wykonanie prostych obliczeń pozwalających na oszacowanie ilościowe podstawowych parametrów systemów statków





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

kosmicznych takich jak: systemy zasilania, napędu, kontroli orbity i położenia oraz systemu kontroli termicznej.

**Kryteria oceny:**

Egzamin

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Środowisko kosmiczne. Statek kosmiczny jako system. Struktura satelitów, podstawowe podsystemy satelitów: stabilizacja, zasilanie w energię elektryczną, kontrola termiczna, sterowanie. Systemy transportu orbitalnego. Załogowe statki kosmiczne i stacje kosmiczne. Powrót na Ziemię i lądowanie na innych ciałach Układu Słonecznego. Bezpieczeństwo lotów kosmicznych



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Technologia silników lotniczych**  
Nazwa przedmiotu w drugim języku: **Aircraft Engines Technology**  
Nazwa skrócona: **TSL**  
Numer katalogowy: **ML.NS563**  
Język wykładowy: **polski**  
Odpowiedzialny za przedmiot: **dr inż. Jan Perończyk**

Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite ,</b>	<b>2, 3, 9</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	

### Skrócone treści:

Nauczenie zasad tworzenia struktur procesów technologicznych części silników lotniczych tłokowych i turbinowych oraz właściwego doboru metod wytwarzania części w zakresie sposobów obróbki i ich odmian, doboru maszyn, narzędzi i urządzeń, jak również stosowanych zakresów parametrów obróbki, prezentacja możliwości nowoczesnych systemów CAD/CAM/CAE oraz metod pomiarów i kontroli parametrów technicznych pozwalających na uzyskanie wymaganych własności użytkowych części silników lotniczych. Uzupełnienie wiedzy w zakresie struktury geometrycznej części (GPS) wg nowych norm PN-EN i PN EN-ISO oraz nowych odmian obróbki, narzędzi, rozwiązań konstrukcyjnych maszyn technologicznych i ich możliwości.

### Bibliografia:

1. Łunarski Jerzy: „Technologia Silników lotniczych”, Wyd. Oficyna Politechniki Rzeszowskiej 1989;
2. Treager I. E. Aircraft Gas Turbine Engine Technology, Mc Grow Hill, 1980;
3. Feld Mieczysław. Technologia Budowy Maszyn, PWN 2000.

#### Dodatkowe literatura:

- Józef Zawora, Podstawy Technologii Maszyn, wydanie piąte, WSiP, Warszawa 2008  
- Mechanik, Miesięcznik Naukowo Techniczny, Agenda Wydawnicza SIMP, Warszawa  
- Materiały dostarczone przez wykładowcę.

### Efekty kształcenia:

Ogólna wiedza na temat metod i środków (maszyn, narzędzi i urządzeń) stosowanych do wytwarzania części silników lotniczych w powiązaniu z ich oddziaływaniem na właściwości użytkowe i niezawodność działania. Umiejętność planowanie ciągów operacji technologicznych z uwzględnieniem ich struktur oraz oddziaływania na własności części silników lotniczych

### Kryteria oceny:

dwa kolokwia w trakcie semestru



**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Uzupełnienie wiadomości z zakresu oznaczania materiałów, struktury geometrycznej części - GPS (z ang. Geometrical Part Surface) wg norm PN-EN i PN EN-ISO. Nowe odmiany obróbki oraz rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe w zakresie obrabiarek, narzędzi, metod wytwarzania ze wspomaganie systemów CAD/CAM/CAE. Charakterystyka wytwarzania silników lotniczych; charakterystyka warunków pracy głównych części silników lotniczych (łokowych i turbinowych) i wynikające z tego wymagania odnośnie: doboru materiałów, dokładności geometrycznej, struktury geometrycznej powierzchni (SGP), struktury metalograficznej i właściwości użytkowych części oraz zespołów. Struktura procesu technologicznego części funkcjonalnie ważnych o wysokich wymaganiach technicznych. Metody, sposoby i środki wytwarzania oraz dobór operacji technologicznych oraz operacji kontroli jakości dla głównych części silników lotniczych (wały korbowe, wałki i krzywki rozrządu, cylindry chłodzone powietrzem, tłoki, pierścienie tłokowe, zawory, gniazda i sprężyny zaworowe, korpusy, korpusy silników turboodrzutowych, komory spalania, dysze i nasadki odrzutowe, łopatki sprężarkowe i turbinowe, dyski turbin i bębny sprężarek, wały turbin i sprężarek, koła zębate przekładni szybkoobrotowych, skrzynki lotniczych przekładni zębatach). Wiadomości podstawowe z automatyzacji procesów wytwarzania i kontroli tych części. Ekonomika metod i sposobów wytwarzania w powiązaniu z kryteriami bezpieczeństwa i niezawodności działania silników lotniczych.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Teoria przetwarzania sygnałów i identyfikacja</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Theory of Signal Processing and Identification</b>		
Nazwa skrócona:	<b>TPSI</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK495</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Narkiewicz</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 1, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 15, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Skrócone treści:

Podstawy metod identyfikacji parametrów układów wykorzystywanych do tworzenia ich wiarygodnych modeli. Podstawowe informacje o przetwarzaniu sygnałów analogowych i dyskretnych.

### Bibliografia:

1. Klein V., Morelli E.A., "Aircraft System Identification Theory and Practice", AIAA Educational Series, 2006.
  2. Materiały na stronie głównej zakładu
- Dodatkowe literatura:  
Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Umiejętność doboru metody identyfikacji parametrów układów występujących w lotnictwie. Znajomość zalet i ograniczeń różnych metod przetwarzania sygnałów.

### Kryteria oceny:

Kolokwia i sprawdziany w trakcie semestru. Wykonanie pracy domowej.  
Praca własna: Opanowanie podstaw obsługi oprogramowania MatLab/Simulink w stopniu niezbędnym do wykonania pracy domowej.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

W. Pojęcia podstawowe: sygnał, model, identyfikacja, estymacja. Sygnały deterministyczne i losowe. Konwersja analogowo – cyfrowa. Filtracja analogowa, cyfrowa, optymalizacja filtra. Przekształcenie sygnałów w dziedzinie częstotliwości. Kodowanie przebiegów czasowych. Planowanie eksperymentu. Klasy modeli procesów. Identyfikacja charakterystyk statycznych i dynamicznych: problem



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

deterministyczny i probabilistyczny. Teoria estymacji. Estymatory. Estymacja parametrów metodą najmniejszych kwadratów. Błędy w procesie przetwarzania sygnałów i ich ocena.

Ć. Rozwiązywanie przykładów dla zagadnień omawianych na wykładach.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Układy automatycznego sterowania lotem</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Automatic Flight Control Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>UASL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS637</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Marcin Żugaj</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 0, 0, 1, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 0, 0, 15, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Aerodynamika I (ML.NK473), Aerodynamika II (ML.NK302), Dynamika lotu (ML.NK326), Mechanika lotu I (ML.NK472), Mechanika lotu II (ML.NK457), Podstawy automatyki i sterowania I (ML.NW123), Podstawy automatyki i sterowania II (ML.NK360), Sterowanie w lotnictwie i kosmonautyce (ML.NK389)

### Skrócone treści:

Zapoznanie studentów z rozwiązaniami strukturalnymi i konstrukcyjnymi oraz metodami projektowania i syntezy układów automatycznego sterowania lotem.

### Bibliografia:

1. Bociek S., Gruszecki J.: Układy sterowania automatycznego lotem. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 1999.
  2. MacLean D.: Automatic flight control systems. Prentice Hall, New York 1990.
  3. Pratt R.W.: Flight control systems. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston 2000.
  4. Vogt R.: Sterowanie statków powietrznych. Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1987.
- Dodatkowa literatura:
1. Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student potrafi określić podstawowe charakterystyki dynamiczne samolotu, prawidłowo określić strukturę układu automatycznego sterowania oraz dobrać prawa sterowania..

### Kryteria oceny:

Zaliczenie przedmiotu wymaga zaliczenia części wykładowej oraz części projektowej. Zaliczenie części wykładowej odbywa się na podstawie oceny z kolokwium, zaliczenie części projektowej na podstawie oceny z wykonanego projektu. Ocena końcowa jest średnią z oceny z kolokwium i projektu.

Praca własna: Projekt układu automatycznego sterowania lotem, którego zakres obejmuje: analizę własności statku powietrznego, dobór struktury oraz praw sterowania układu.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W. Wprowadzenie do automatycznego sterowania lotem. Budowa i zasada działania podstawowych układów i podukładów takich jak: układy stabilizacji przestrzennej (SAS, CAS), autopiloty i układy zarządzające lotem (FMS). Metody modelowania obiektu sterowania w postaci nieliniowych równań różniczkowych, liniowych równań stanu i transmitancji. Metody badania właściwości obiektu na podstawie jego modelu. Rodzaje, właściwości oraz metody modelowania układów wykonawczych sterowania oraz napędu statku powietrznego. Metody projektowania i syntezy układów automatycznej stabilizacji i automatycznego sterowania lotem przy wykorzystaniu typowych rozwiązań strukturalnych takich układów.

P. Część projektowa przedmiotu obejmuje praktyczne wykorzystanie wiedzy zdobytej w trakcie części wykładowej, przez wykonanie projektu układu automatycznego sterowania dla danego typu samolotu.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Układy nawigacji i orientacji przestrzennej</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Navigation and Attitude Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>UNIOP</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS647</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Janusz Narkiewicz</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 1, 0, 1, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 15, 0, 15, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2, 3</b>

### Skrócone treści:

Układy nawigacji i pomiaru położenia przestrzennego. Integracja czujników do wyznaczania położenia przestrzennego i pozycji.

### Bibliografia:

1. Grewal M.S., Weill L.R., Andrews A.P., "Global Positioning Systems, Inertial Navigation and Integration", John Wiley & Sons, 2000,
  2. Kayton M., Fried W.R., „Avionic Navigation Systems”, Second Edition, John Wiley, 1996,
  3. Lawrence A., “Modern Inertial Technology. Navigation, Guidance, and Control”. Springer-Verlag, 1998
  4. Rogers R.M., "Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems", AIAA Series, 2000.
  5. Titterton, J. L. Weston J. L., “Strapdown Inertial Navigation Technology”, Peter Peregrinus Ltd., 1997
- Materiały na stronie internetowej zakładu

#### Dodatkowe literatura:

1. Gosiewski Z., Ortyl A., “Algorytmy inercjalnego, bezkardanowego systemu orientacji i położenia obiektu o ruchu przestrzennym”, Biblioteka Naukowa Instytutu Lotnictwa, Awionika, Warszawa 1999.
  2. Parkinson B. W., Spilker J. J. Jr., (ed.), “Global Positioning System: Theory and Application”, Vol. I / Vol. II, , AIAA Progress in Astronautics and Aeronautics, 1995.
- Materiały dostarczone przez wykładowcę

### Efekty kształcenia:

Umiejętność wyboru czujników pomiarowych i metod ich integracji.

### Kryteria oceny:

Kolokwia i sprawdziany w trakcie semestru oraz pozytywna ocena wykonanego projektu.  
Praca własna: Projekt/zajęcia laboratoryjne, podczas których analizowane jest działanie wybranego układu nawigacyjnego, opracowanie programu symulacyjnego w środowisku Matlab / Simulink.

### Szczegółowe treści merytoryczne:





POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

W. Klasyfikacja metod nawigacji i wyznaczania orientacji przestrzennej. Układy współrzędnych i ich transformacje. Ogólna postać układu orientacji przestrzennej. Czujniki pomiarowe wykorzystywane w systemach nawigacji i orientacji przestrzennej. Błędy czujników pomiarowych. Przyspieszeniomierze. Zasady działania giroskopów klasycznego, wibracyjnego, laserowego i światłowodowego. Giroskop strojony dynamicznie. Czujniki pomiaru pola magnetycznego. Giroskopy nieprostopadłe. Orientacja przestrzenna z wykorzystaniem GPS. Kalibracja i ustawienie początkowe, poziomowanie i girokompasowanie. Integracja czujników nawigacyjnych.

C. Rozwiązywanie przykładów dla zagadnień omawianych na wykładach.

P. Wykonanie projektu układu i jego programu symulacyjnego



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Wymiana ciepła w lotnictwie</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Heat Transfer in Aviation</b>		
Nazwa skrócona:	<b>WCLOT</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK328</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Maciej Jaworski</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>3</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>45</b> , 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Mechanika płynów (ML.ZNK429), Termodynamika I (ML.NW116)

### Skrócone treści:

Przekazanie wiedzy na temat podstawowych i złożonych mechanizmów wymiany ciepła. Przedstawienie i wyjaśnienie podstawowych praw (równań konstytutywnych) rządzących przepływami ciepła. Omówienie właściwości termofizycznych materiałów istotnych z punktu widzenia wymiany ciepła.

Nauczenie sposobu rozwiązywania prostych problemów wymiany ciepła obejmujących przewodzenie, konwekcyjną wymianę ciepła oraz promieniowanie, zarówno metodami analitycznymi (dokładnymi), przybliżonymi (zależności kryterialne) jak i numerycznymi. Przekazanie wiedzy na temat współczesnych technik intensyfikacji przepływu ciepła oraz technik ochrony przed oddziaływaniami cieplnymi – stosowanych w lotnictwie oraz w systemach kontroli termicznej statków kosmicznych

### Bibliografia:

- Wiśniewski S, Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. WNT.
- Staniszewski B.: Wymiana ciepła. PWN.
- Domański R. i in.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki w ujęciu komputerowym. PWN, 2000.
- Materiały z wykładów publikowane na stronach internetowych Wydziału
- Cengel Y.A.: Heat Transfer. A practical approach. MacGraw-Hill, 2003.
- Heat Transfer Handbook ([www.bg.pw.edu.pl](http://www.bg.pw.edu.pl)).

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student będzie potrafił

- zidentyfikować złożony proces wymiany ciepła oraz ocenić udział elementarnych mechanizmów transportu ciepła w tym procesie,



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

- przeprowadzić szacunkowe obliczenia cieplne (pola temperatury, strumienie ciepła) dla prostych elementów urządzeń cieplnych i prostych systemów cieplnych,
- opracować model do obliczeń cieplnych przy użyciu komercyjnych programów obliczeniowych (m.in. poprawnie określić warunki brzegowe),
- będzie znał i rozumiał zasady działania technik i urządzeń stosowanych w systemach kontroli termicznej obiektów kosmicznych, oraz w lotnictwie.

**Kryteria oceny:**

Podstawą zaliczenia jest sumaryczna ocena (suma punktów) z trzech kolokwium obejmujących materiał teoretyczny oraz proste zadania obliczeniowe. Do zaliczenia niezbędne jest 50% maksymalnej liczby punktów.

Na ostatnich zajęciach przeprowadzane jest dodatkowe kolokwium obejmujące cały zakres materiału (sprawdzian poprawkowy) dla osób, które nie uzyskały zaliczenia.

Praca własna:

Rozwiązania zadań (problemy obliczeniowe) przygotowanych przez prowadzącego i zamieszczonych w materiałach pomocniczych (na stronie internetowej).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Treści merytoryczne przedmiotu:

- Podstawy wymiany ciepła
  - Mechanizmy, podstawowe prawa, właściwości termofizyczne różnych substancji,
  - Metody rozwiązywania problemów wymiany ciepła,
- Przewodzenie ciepła
  - Równanie przewodzenia ciepła,
  - Przewodzenie ciepła w stanie ustalonym i nieustalonym,
  - Opory cieplne,
  - Powierzchnie uźebrowane,
- Wybrane zagadnienia przejmowania ciepła (konwekcja)
  - Przejmowanie ciepła przy konwekcji wymuszonej i swobodnej. Optywy i przepływy w kanałach, laminarne i burzliwe,
  - Wymiana ciepła przy dużych szybkościach przepływu, w gazach rozrzedzonych,
  - Wymiana ciepła przy wrzeniu i skraplaniu,
  - Chłodzenie ablacyjne i transpiracyjne.
- Podstawy promieniowania cieplnego
  - Podstawowe prawa,
  - Metody obliczeniowe.



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Wyposażenie pokładowe</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Aeronautical Equipment</b>		
Nazwa skrócona:	<b>WYPOK</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK488A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Krzysztof Gajda</b>		
Liczba punktów ECTS: <b>2</b>	Wymiar godzin:       [ W, C, L, P, S, ]		
:	tygodniowy:       [ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]		
Forma zaliczenia przedmiotu: <b>bez egzaminu</b>	semestralny:       [ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]		
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych I</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Mechanics of Thin Walled Structures I</b>		
Nazwa skrócona:	<b>WKC1</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS642</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>5</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 1, 1, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 15, 15, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>1</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Metoda elementów skończonych 1 (ML.NK342), Wytrzymałość konstrukcji II (ML.ZNK427)

### Skrócone treści:

Przekazanie zaawansowanej wiedzy potrzebnej do analizy wytrzymałościowej konstrukcji cienkościennych za pomocą metod analitycznych i technik komputerowych.

### Bibliografia:

1. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krześciński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
  2. Brzoska Z.: Wytrzymałość Materiałów, PWN, Warszawa, 1979.
  3. Brzoska Z.: Statyka i Stateczność Konstrukcji Prętowych i Cienkościennych, PWN, Warszawa, 1979
- Dodatkowe literatura:  
Pozycje literaturowe z zakresu metody elementów skończonych dotyczące elementów powłokowych.

### Efekty kształcenia:

Budowa modeli matematycznych złożonych konstrukcji cienkościennych z uwzględnieniem niezbędnych uproszczeń. Samodzielne analizy typowych konstrukcji cienkościennych za pomocą metod analitycznych i metody elementów skończonych (MES).

### Kryteria oceny:

2 kolokwia, odrobienie i zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, zadania domowe.  
Praca własna: zadania domowe, analiza MES typowej konstrukcji cienkościennej

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Ustroje skorupowe. Teoria zgięciowa powłok o małej wyniosłości. Statyka i stateczność powłok cienkościennych wzmocnionych prętami i wręgami. Podstawy MES powłokowych elementów



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl  
Data 22.02.2019

skończonych. W ramach ćwiczeń laboratoryjnych studenci wykonują za pomoc MES (System ANSYS) 4-5 zadań ze statyki i stateczności typowych konstrukcji cienkościennych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Wytrzymałość konstrukcji cienkościennych II</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Mechanics of Thin Walled Structures II</b>		
Nazwa skrócona:	<b>WKC2</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS663A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>1</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>15</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Wytrzymałość silników lotniczych**  
Nazwa przedmiotu w drugim języku: **Structural Analysis of Aero Engines**  
Nazwa skrócona: **WSL**  
Numer katalogowy: **ML.NS650**  
Język wykładowy: **polski**  
Odpowiedzialny za przedmiot: **prof. dr hab. inż. Marek Żochowski**

Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]

Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Skrócone treści:

Przekazanie podstawowej wiedzy do analizy wytrzymałościowej tłokowych i turbinowych silników lotniczych.

### Bibliografia:

1. Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek T.: Mechanika Materiałów i Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006.
  2. Lipka J.: Wytrzymałość Maszyn Wirnikowych, Wyd. Naukowo- Techniczne 1967.
- Dodatkowe literatura:
1. Brzoska Z.: Wytrzymałość Materiałów, PWN, Warszawa, 1979.

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien potrafić przeprowadzić podstawowe analizy wytrzymałościowe podstawowych elementów silników tłokowych i turbinowych.

### Kryteria oceny:

zadania domowe, zaliczenie  
Praca własna: zadania domowe

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Elementy Wytrzymałościowe tłokowych i turbinowych silników lotniczych. Obciążenia. Wymagania wytrzymałościowe. Łopatki, tarcze wirujące o stałej, skokowo i w sposób ciąglej zmiennej grubości obciążone termicznie. Praca tarcz poza granicami plastyczności materiału. Praca zgięciowa powłoki walcowej obciążonej termicznie. Praca wytrzymałościowa zespołów płyt tarcz i powłok. Drgania giętne i skrętne, obroty krytyczne.





## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Zaawansowana teoria sterowania</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Advanced Control Theory</b>		
Nazwa skrócona:	<b>ZTS</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS648</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Robert Głębocki</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 1, 1, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 15, 15, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Skrócone treści:

Przedmiot prezentuje metody współczesnej teorii sterowania i ich zastosowania w lotnictwie i kosmonautyce

### Bibliografia:

Materiały na stronie <http://mel.pw.edu.pl/zaiol/ZAiOL/Dydaktyka>

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student potrafi korzystać z metod projektowania układów automatyki dla układów dyskretnych i nieliniowych jak również wykorzystywać współczesne metody zaawansowanej teorii sterowania.

### Kryteria oceny:

Dwa kolokwia (max 30 punktów – zalicz ) Student ma obowiązek zaliczyć obydwa kolokwia.  
Praca własna: W trakcie przedmiotu studenci mają zajęcia w pracowni obliczeniowej, gdzie zapoznają się z programami obliczeniowymi metod automatyki.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Zakres materiału oferowany w ramach przedmiotu obejmuje zagadnienia z zakresu zaawansowanej teorii sterowania oraz nowych jej metod z uwzględnieniem zastosowań do sterowania obiektów latających.  
Wykładana wiedza dotyczy następujących zagadnień: układy dyskretny, układy nieliniowe, układy stochastyczne, układy predykcyjne, sterowanie optymalne, sterowanie adaptacyjne, regulatory rozmyte, sieci neuronowe, algorytmy genetyczne



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Zaawansowane laboratorium silników</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Advanced Aero-Engines Laboratory</b>		
Nazwa skrócona:	<b>ZLS</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS600</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Marian Gieras</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ 0, 0, <b>2</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ 0, 0, <b>30</b> , 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite ,</b>	<b>2, 3, 9</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Laboratorium spalania (ML.NS616), Silniki lotnicze (ML.ZNK433)

### Skrócone treści:

Zapoznanie się z budową i wyposażeniem typowych hamowni silnikowych. Nauczenie zasad prowadzenia badań stoiskowych na hamowniach silnika tłokowego i turbinowego oraz metod sporządzania typowych charakterystyk prędkościowych silników spalinowych. Ponadto nabycie umiejętności wstępnego projektowania różnych zespołów silnika turbinowego. Umiejętność pracy badawczej i projektowej w zespole.

### Bibliografia:

1. Wójcicki S.: Spalanie, WNT, Warszawa 1969
2. Wójcicki S.: Silniki pulsacyjne, strumieniowe i raketowe, MON, Warszawa 1962
3. Antas S., Wolański P. Obliczenia gazodynamiczne lotniczych silników turbinowych, PW, Warszawa 1989
4. Dzierżanowski P. i inni: Turbinowe silniki odrzutowe, WKŁ, 1983
5. Łapucha R: Komory spalania silników turbinowo-odrzutowych, IL, Warszawa 2004
6. Archer R.D., Saarlans M.: An Introduction to Aerospace Propulsion, Prentice Hall 1996
7. Mattingly J.D.: Elements of gas turbine Propulsion, McGraw Hill 1996
8. Mattingly J.D., Heiser W.H., Pratt D.T.: Aircraft engine design, AIAA 2002
9. Gieras M. " Komory spalania silników turbinowych - organizacja procesów spalania", Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2010.

Dodatkowe literatura:

- Materiały dostarczone przez wykładowcę



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien umieć przeprowadzić samodzielnie typowe badania stoiskowe na hamowni silnika tłokowego i hamowni silnika turbinowego oraz wykonać podstawowe obliczenia gazodynamiczne lotniczych silników turbinowych.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie pisemnego kolokwium i projektu wstępnego wybranego zespołu silnika turbinowego.  
Praca własna: projekt wstępny wybranego zespołu silnika turbinowego

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Silnik raketowy, pomiar ciągu.
2. Zjawisko detonacji, silnik z wirującą detonacją
3. Silnik pulsacyjny, zasada działania, pomiar ciągu
4. Hamownia silnika tłokowego, sporządzanie typowych charakterystyk prędkościowych, pomiar emisji zanieczyszczeń.
5. Hamownia silnika turbinowego
6. Sporządzanie typowych charakterystyk prędkościowych silnika turbinowego
7. Projektowanie wybranych zespołów silników turbinowych, strumieniowych, pulsacyjnych i raketowych - praca w zespole

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Zarządzanie eksploatacją obiektów latających</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Aircraft Maintenance Management</b>		
Nazwa skrócona:	<b>ZEOL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NK496</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>dr inż. Kamila Kustron</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>2</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Średnio-zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>3</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>45</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Kosmonautyka</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Budowa i projektowanie obiektów latających I (ML.NK307), Budowa i projektowanie obiektów latających II (ML.NK308), Eksploatacja statków latających (ML.NK315), Fizyczne podstawy zagrożeń atmosferycznych (ML.NK321), Materiały lotnicze (ML.NK335), Probabilistyka (ML.NK460)

### Skrócone treści:

Nauczenie sposobu optymalizowania eksploatacji w aspekcie bezpieczeństwa, niezawodności i kosztów, w szczególności zarządzania ciągłą zdatnością do lotu z uwzględnieniem wymogów normatywnych i rozwoju nieniszczących metod oceny stanu technicznego.

### Bibliografia:

Lewitowicz J., Podstawy eksploatacji statków powietrznych. T.3. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa 2007

Dodatkowa literatura:

- Materiały na stronach: <http://www.easa.eu.int/>, <http://www.ulc.gov.pl/>, <http://www.nts.gov/>, <http://www.ndt.net/>

Materiały udostępnione przez wykładowcę: <http://www.meil.pw.edu.pl/zsis/ZSiS/Dydaktyka/Prowadzone-przedmioty/ZEOL>

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student będzie znał uwarunkowania prawno-organizacyjne firm lotniczych w aspekcie normatywnym regulowane przez EASA, FAA oraz będzie posiadał umiejętność doboru statków powietrznych dla istniejącej floty pod kątem organizacji systemu eksploatacji jak i umiejętność optymalizacji procesów eksploatacyjnych wraz z uwzględnieniem postępu technicznego dot. np. diagnostyki.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA  
DZIEKANAT



ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa, Gmach Lotniczy, pok. 125  
tel.: (022) 621 53 10, (022) 234 73 54, fax/tel.: (022) 625 73 51, e-mail: dziekanat@meil.pw.edu.pl

Data 22.02.2019

**Kryteria oceny:**

100% oceny wystawionej na podstawie przedstawionej prezentacji dla tematyki określonej na drugim wykładzie oraz opracowania sytemu eksploatacji dla nowopowstającej linii lotniczej dla założonej misji lub założonym składzie floty.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W ramach 30 godzin wykładu zostaną scharakteryzowane systemy i procesy eksploatacji statków powietrznych oraz systemy komputerowe wspomaganie eksploatacji. Zostaną przedstawione modele systemów eksploatacji z uwypukleniem zagadnień organizacji i sterowania Lotniczych Systemów Transportowych, Lotniczych Systemów Wojskowych i innych. Omówione zostaną podstawy oceny efektywności eksploatacji i symulacji procesów eksploatacyjnych. Przedstawiona zostanie charakterystyka systemów eksploatacji statków powietrznych w aspektach bezpieczeństwa lotów i logistyki.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

<http://www.meil.pw.edu.pl/zsis/ZSiS/Dydaktyka/Prowadzone-przedmioty/ZEOL>



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Zasilanie i sterowanie silników lotniczych</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Fuel Control Systems of Aircraft Engines</b>		
Nazwa skrócona:	<b>ZISSL</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS601</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Marian Gieras</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>3</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
Poziom przedmiotu:	<b>Zaawansowany</b>	tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, 0, 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Napędy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne jednolite ,</b>	<b>2, 3, 9</b>
		<b>stacjonarne II stopnia</b>	

### Przedmioty na których bazuje ten przedmiot (poprzedniki zalecane):

Lotnicze silniki turbinowe (ML.NS607)

### Skrócone treści:

Silniki turbo-odrzutowe, strumieniowe, raketowe i tłokowe jako obiekty regulacji i sterowania. Sposoby i metody identyfikacji stanu pracy silnika spalinowego. Podstawy sterowania i regulacji silników. Różne techniki sprzętowych rozwiązań układów zasilania i sterowania. Rodzaje i typy stosowanych regulatorów oraz projektowanie regulatorów. Systemy rejestracji i nadzoru parametrów pracy silników oraz ocena stanu technicznego układu zasilania i sterowania silnikiem. Tendencje i kierunki rozwoju układów zasilania i sterowania silników. Systemy regulacji i sterowania silnikami strumieniowymi i raketowymi

### Bibliografia:

1. W.A. Bodner, „Automatyka silników lotniczych”, MON, Warszawa, 1958.
2. B. Czerkasow, „Automatica i regulowanie vozduzhnykh dvigatelej”, Maszynostrojenie, Moskwa, 1971.
3. A. J. Sobey and A. M. Suggs, „Control of aircraft and Missile Powerplants”, John Wiley and Sons Inc, New York and London, 1963.
4. R. Staniszewski, „Sterowanie zespołów napędowych” WKŁ, Warszawa, 1980.
5. W. Pawlak, K. Wiklik i J. Morawski, „Synteza i badania układów sterowania lotniczych silników turbinowych” Biblioteka Naukowa Instytutu Lotnictwa, zeszyt 4, Warszawa, 1996
6. Praca zbiorowa pod red. M. Orkisz, „Turbinowe silniki lotnicze w ujęciu problemowym”, Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne”, Lublin.

Dodatkowe literatura:

- Materiały dostarczone przez wykładowcę



#### **Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien umieć otrzymać charakterystyki dynamiczne silnika turbo-odrzutowego, wyznaczyć przestrzeń sterowania silnikiem, stworzyć model silnika oraz zaprojektować prosty układ zasilania i sterowania silnika.

#### **Kryteria oceny:**

Przedmiot zaliczany jest na podstawie pisemnego kolokwium i ustnej odpowiedzi

Praca własna: Zapoznanie się z układami zasilania i sterowanie różnego rodzaju silników lotniczych i prowadzenie analizy zasad ich działania

#### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Silniki turbinowo-odrzutowe, strumieniowe i tłokowe jako obiekty regulacji i sterowania
2. Podstawy regulacji i sterowania, budowanie schematów blokowych i innych
3. Sposoby i metody identyfikacji stanu pracy silnika spalinowego
4. Modelowanie silnika turbo-odrzutowego jako obiektu regulacji.
5. Układy pomiarowe związane z układem zasilania i sterowania silnikiem turbo-odrzutowym.
6. Układy wykonawcze związane z układem zasilania i sterowania silnika turbo-odrzutowego.
7. Tworzenie charakterystyk dynamicznych, identyfikacja własności dynamicznych i statycznych silnika turbo-odrzutowego.
8. Projektowanie regulatora prędkości obrotowej silnika.
9. Ogólne zasady budowania i modelowania układu sterowania i zasilania paliwem silnika turbo-odrzutowego, przykładowe schematy układów paliwowych różnych silników.
10. Diagnostyka i kontrola pracy układu sterowania i zasilania paliwem silnika turbo-odrzutowego.
11. Automatyzacja procesu rozruchu silnika turbo-odrzutowego.
12. Ogólne zasady i założenia do modelowania układu zasilania paliwem silników strumieniowych i raketowych.
13. Sterowanie silnikiem turbo-odrzutowym z uwzględnieniem sterowania dyszą wlotową i wylotową silnika.
14. Podsumowanie

#### **Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Z uwagi na to, że przedmiot ma charakter interdyscyplinarny i nie jest prowadzony wg jednego podręcznika zaleca się zdecydowanie uczestnictwo w wykładach. Studenci, którzy nie chodzą na wykłady mają problemy ze zrozumieniem metodologii sterowania i regulacji silników lotniczych omawianej w trakcie wykładów i wyraźnie gorzej wypadają przy zaliczeniu przedmiotu



## SYLABUS PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu:	<b>Zmęczenie i diagnostyka konstrukcji płatowców</b>		
Nazwa przedmiotu w drugim języku:	<b>Fatigue and Aircraft Diagnostic Systems</b>		
Nazwa skrócona:	<b>ZDKP</b>		
Numer katalogowy:	<b>ML.NS652A</b>		
Język wykładowy:	<b>polski</b>		
Odpowiedzialny za przedmiot:	<b>prof. nzw. dr hab. inż. Mirosław Rodzewicz</b>		
Liczba punktów ECTS:	<b>4</b>	Wymiar godzin:	[ W, C, L, P, S, ]
:		tygodniowy:	[ <b>2</b> , 0, <b>1</b> , 0, 0, ]
Forma zaliczenia przedmiotu:	<b>bez egzaminu</b>	semestralny:	[ <b>30</b> , 0, <b>15</b> , 0, 0, ]
Kierunek studiów:	Specjalność:	Poziom studiów:	Zalecany semestr:
<b>Lotnictwo i Kosmonautyka</b>	<b>Automatyka i Systemy Lotnicze</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>
	<b>Statki Powietrzne</b>	<b>stacjonarne II stopnia</b>	<b>2</b>