

### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	<b>Dynamika samochodu</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	<b>Vehicle dynamics</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2013/2014</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>
Poziom kształcenia	<b>I stopień</b> <i>(I stopień / II stopień)</i>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b> <i>(ogólno akademicki / praktyczny)</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>niestacjonarne</b> <i>(stacjonarne / niestacjonarne)</i>
Specjalność	<b>Samochody i Ciągniki</b>
Jednostka prowadząca moduł	<b>Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu</b>
Koordinator modułu	<b>dr hab. inż. T. L. Stańczyk prof. nadzw.</b>
Zatwierdził:	

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>kierunkowy</b> <i>(podstawowy / kierunkowy / inny HES)</i>
Status modułu	<b>obowiązkowy</b> <i>(obowiązkowy / nieobowiązkowy)</i>
Język prowadzenia zajęć	<b>Polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>Semestr szósty</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>Semestr letni</b> <i>(semestr zimowy / letni)</i>
Wymagania wstępne	<i>(kody modułów / nazwy modułów)</i>
Egzamin	<b>Tak</b> <i>(tak / nie)</i>
Liczba punktów ECTS	<b>5</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
<b>w semestrze</b>	<b>18</b>		<b>9</b>		

### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	<p>Tematyka przedmiotu obejmuje zagadnienia analizy ruchu podstawowego samochodu. W ramach przedmiotu rozpatrywane są problemy dynamiki ruchu wzdłużnego. Omówione są podstawy teorii hamowania samochodu. Rozpatrywane są zagadnienia ruchu krzywoliniowego samochodu oraz zagadnienia zwrotności, sterowności, kierowności i stateczności (z uwzględnieniem zjawiska bocznego znoszenia koła ogumionego). Omówione są wybrane zagadnienia dynamiki pionowej samochodu.</p> <p><i>(3-4 linijki)</i></p>
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć <i>(w/c//p/inne)</i>	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
<b>W_01</b>	Ma uporządkowaną wiedzę na temat statyki samochodu.	Wykład	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_02</b>	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat mechaniki współpracy koła jezdnego z nawierzchnią drogi	Wykład, laboratorium	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_03</b>	Zna podstawy teoretyczne i metody wyznaczania oporów ruchu pojazdów, bilansu sił.	Wykład, laboratorium	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_04</b>	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat idealnego pola podaży mocy i momentu oraz zna możliwości do zastosowania źródeł napędu samochodu.	Wykład	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_05</b>	Ma uporządkowaną wiedzę teoretyczną na temat własności dynamicznych samochodu.	Wykład, laboratorium	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_06</b>	Ma uporządkowaną wiedzę na temat doboru przełożeń układu napędowego samochodu.	Wykład	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_07</b>	Zna wymagania dotyczące skuteczności hamowania według regulaminów ECE. Ma uporządkowaną wiedzę teoretyczną na temat ruchu opóźnionego samochodu.	Wykład	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>W_08</b>	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat ruchu samochodu po ruchu krzywoliniowym	Wykład	KS_W01_SiC	T1A_W03 T1A_W04
<b>U_01</b>	Potrafi zbudować algorytm i program obliczeniowy do wyznaczania charakterystyk przyczepności w funkcji poślizgu dla fizycznego i empirycznego modelu koła modelu koła	Laboratorium	KS_U01_SiC	T1A_U013
<b>U_02</b>	Potrafi zbudować algorytm i program obliczeniowy do wyznaczania maksymalnej prędkości samochodu oraz określania zależności maksymalnego przyspieszenia samochodu od przełożenia biegu pierwszego.	Laboratorium	KS_U01_SiC	T1A_U013
<b>U_03</b>	Potrafi zbudować algorytm i program obliczeniowy do: - wyznaczania wykresu bilansu mocy, - wykresu trakcyjnego oraz charakterystyki dynamicznej samochodu, - wykresu przyspieszania oraz wykresu rozpędzania samochodu.	Laboratorium	KS_U01_SiC	T1A_U013
<b>K_01</b>	Student potrafi pracować samodzielnie i współpracować w zespole nad wyznaczonym zadaniem	Laboratorium	K_K04	T1A_K03 T1A_K04

## Treści kształcenia:

### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu Sem 4

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<b>Wprowadzenie do wykładu</b> - charakterystyka przedmiotu i zakresu wykładu. Literatura przedmiotu. <b>Statyka pojazdu samochodowego.</b> Określenie obciążeń pojazdu samochodowego. Reakcje statyczne nawierzchni na koła pojazdu i przyczyny ich zmian. Wyznaczanie położenia środka masy samochodu.	W_01
2	<b>Mechanika współpracy koła ogumionego z nawierzchnią drogi</b> Modele koła ogumionego. Toczenie się koła sztywne po sztywnej nawierzchni (kinematyka koła). Dynamika koła: siły i momenty działające na koło podczas ruchu – przypadek koła toczącego, napędzanego i hamowanego (równania ruchu koła). Przyczepność koła do nawierzchni; zależność współczynnika przyczepności od czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych. Zjawisko poślizgu hydrodynamicznego (akwaplaningu).	W_02
3	<b>Opory ruchu samochodu</b> Podstawowe założenia stosowane przy analizie ruchu prostoliniowego pojazdu samochodowego. Opory ruchu samochodu. Siła napędowa. Równanie ruchu pojazdu samochodowego. Opór toczenia – wpływ rodzaju ogumienia, ciśnienia, prędkości jazdy i innych czynników na jego wartość. Opór powietrza (opory: profilowy, tarcia, zakłóceń i indukcyjny). Zależność oporu powietrza od rodzaju nadwozia oraz jego elementów konstrukcyjnych: spojlerów, lusterek, klamek itp. Opór bezwładności – obliczanie wartości dokładnej oraz oszacowania przybliżone. Opory wzniesienia, uciążu i skrętu. Bilans sił działających na pojazd samochodowy w ruchu.	W_03
4	<b>Źródła napędu samochodów</b> Idealne (postulowane) pole podaży mocy i momentu obrotowego. Charakterystyka możliwych do zastosowania źródeł napędu pojazdów samochodowych: turbina parowa, turbiny spalinowe, silniki elektryczne, napęd mechaniczny, silniki spalinowe: z zapłonem iskrowym oraz z zapłonem samoczynnym. Napędy hybrydowe w pojazdach samochodowych. Cel stosowania napędów hybrydowych, rodzaje, perspektywy.	W_04
5	<b>Charakterystyka własności dynamicznych samochodu</b> Transformacja mocy i momentu silnika przez układ napędowy z mechaniczną skrzynią biegów. Wykres bilansu mocy. Rzeczywiste pole podaży mocy, zapas mocy. Wykres trakcyjny samochodu. Wskaźnik dynamiczny. Charakterystyka dynamiczna pojazdu i zasady jej sporządzania. Ocena zdolności przyspieszania samochodu. Wykres przyspieszeń i wykres rozpędzania samochodu.	W_05
6	<b>Obliczenia trakcyjne (projektowe) pojazdu samochodowego</b> Dobór mocy silnika. Dobór przełożenia całkowitego w układzie napędowym na biegu najwyższym; kryteria doboru. Wyodrębnienie przełożenia przekładni głównej. Dobór przełożenia biegu pierwszego.	W_06

	Dobór liczby biegów oraz wartości przełożeń biegów pośrednich – stopniowanie przełożeń wg. pojedynczego i podwójnego szeregu geometrycznego. Współczesne modyfikacje sposobów stopniowania przełożeń samochodowych skrzynek biegów. Dobór przełożeń dodatkowych skrzynek: multiplikujących, redukujących i rozdzielczych.	
7	<p><b>Ruch opóźniony samochodu</b></p> <p>Wymagania dotyczące skuteczności hamowania według regulaminów ECE. Równanie ruchu pojazdu hamowanego. Intensywność hamowania. Uproszczone oszacowania drogi i czasu hamowania. Przebieg procesu hamowania. Całkowita droga hamowania. Siły działające na samochód podczas hamowania i ich rozkład. Warunki zablokowania kół osi przedniej i tylnej podczas hamowania; skuteczność hamowania. Poprawa skuteczności hamowania – charakterystyki korektorów i regulatorów sił hamowania. Układy ABS.</p>	W_07
8	<p><b>Mechanika krzywoliniowego ruchu samochodu</b></p> <p>Pojęcia: zwrotności, kierowności i stateczności samochodu. Stateczność poprzeczna, stateczność wzdłużna samochodu. Kinematyka skrętu; warunek poprawności skrętu. Boczne znoszenie koła ogumionego. Promień skrętu samochodu z uwzględnieniem bocznego znoszenia koła. Pojęcia podsterowności i nadsterowności samochodu. Prędkości krytyczne przy działaniu sił bocznych (przy bocznym podmuchu wiatru i w ruchu krzywoliniowym).</p>	W_08

## 2. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<b>Modelowanie koła ogumionego (budowa algorytmu i programu obliczeniowego; realizacja obliczeń)</b>	W_02 U_01 K_01
	Model fizyczny – tworzenie charakterystyki przyczepności w funkcji poślizgu koła	
	Model empiryczny – tworzenie charakterystyki przyczepności w funkcji poślizgu koła	
2	<b>Osiągi samochodu (budowa algorytmu i programu obliczeniowego; realizacja obliczeń)</b>	W_03 U_02 K_01
	1) Wyznaczanie prędkości maksymalnej samochodu	
	2) Określenie zależności maksymalnego przyspieszenia samochodu od przełożenia biegu pierwszego	
3	<b>Ocena własności dynamicznych samochodu (budowa algorytmu i programu obliczeniowego; realizacja obliczeń)</b>	W_05 U_03 K_01
	1) Wyznaczanie wykresu bilansu mocy	
	2) Wyznaczanie wykresu trakcyjnego oraz charakterystyki dynamicznej samochodu	
	3) Wyznaczanie wykresu przyspieszeń oraz wykresu rozpędzania samochodu	

## 3. Charakterystyka zadań projektowych

## 4. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

## Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01, W_02, W_03, W_04, W_05, W_06, W_07, W_08.	Egzamin końcowy w formie pisemnej.
U_01, U_02, U_03, K_01	Obserwacja postaw studenta, wykonanie sprawozdań, kolokwium pisemne.

D.

## E. NAKŁAD PRACY STUDENTA

### Bilans punktów ECTS

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	18 godzin
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	9 godzin
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	3 godziny
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie	2 godziny
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>32 godzin</b> (suma)
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	<b>1,28 ECTS</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	29 godzin
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwiów	
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	10 godzin
15	Wykonanie sprawozdań	15 godzin
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	10 godzin
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	
18	Przygotowanie do egzaminu	29 godzin
19		
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>93 godzin</b> (suma)
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	<b>3,72 ECTS</b>
22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>125 godzin</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> 1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta	<b>5 ECTS</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi	<b>30</b>
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> 1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta	<b>1,2</b>

## F. LITERATURA

Wykaz literatury	<b>Literatura podstawowa</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Prochowski L. Mechanika ruchu. Pojazdy samochodowe. WKŁ, Warszawa, 2005.</li><li>2. Mitschke M., Dynamika samochodu. Napęd i hamowanie. T.1, WKŁ, Warszawa, 1987.</li><li>3. Arczyński S., Mechanika ruchu samochodu. WNT, Warszawa, 1993.</li><li>4. Siłka W., Teoria ruchu samochodu. WNT, Warszawa, 2002.</li></ol>
Witryna WWW modułu/przedmiotu	