



**Wojskowa
Akademia
Techniczna**

**Uchwała
Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Mechaniczna”
Wojskowej Akademii Technicznej
im. Jarosława Dąbrowskiego**

nr 25/RDN IM/2022 z dnia 18 maja 2022 r.

w sprawie określenia zakresu egzaminu weryfikującego uzyskanie efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK w zakresie dziedziny nauki inżynierijno-techniczne, dyscypliny „inżynieria mechaniczna” dla kandydatów ubiegających się o stopień doktora w trybie eksternistycznym

Na podstawie § 25 ust. 1 pkt 1 Statutu WAT, stanowiącego załącznik do uchwały Senatu WAT nr 16/WAT/2019 z dnia 25 kwietnia 2019 r. w sprawie uchwalenia Statutu Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego (tj. obwieszczenie Rektora WAT nr 1/WAT/2021 z dnia 21 października 2021 roku), oraz § 5 ust. 4, pkt 2 sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego stanowiącego załącznik do uchwały Senatu Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego nr 99/WAT/2021 z dnia 21 grudnia 2021 r. w sprawie określenia „Sposobu postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego w Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego”, w związku z art. 192 ust. 2 pkt. 6 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) uchwala się, co następuje:

§ 1

Przyjmuje się zakres egzaminu weryfikującego uzyskanie efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK w zakresie dziedziny *nauki inżynierijno-techniczne*, dyscypliny *inżynieria mechaniczna* dla kandydatów ubiegających się o stopień doktora w trybie eksternistycznym w brzmieniu stanowiącym załącznik nr 1 i załącznik nr 2 do uchwały.

§ 2

Szczegółowe, trzy zagadnienia zakresów wymienionych w załączniku nr 1 i w załączniku nr 2, dotyczące rozdziału pt.: *„Tematyka skorelowana z treścią rozprawy doktorskiej”* określa Zespół Egzaminacyjny powołany przez Radę dla kandydata ubiegającego się o stopień doktora w trybie eksternistycznym.

§ 3

Uchwała wchodzi w życie z dniem jej podjęcia.

Przewodniczący

prof. dr hab. inż. Jerzy MAŁACHOWSKI

**ZAKRES EGZAMINU
WERYFIKUJĄCEGO UZYSKANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KWALIFIKACJI NA
POZIOMIE 8 PRK
dla kandydatów ubiegających się o stopień doktora w trybie eksternistycznym**

Dziedzina naukowa: **nauki inżynieryjno-techniczne.**

Dyscyplina naukowa: **inżynieria mechaniczna.**

Zakres egzaminu w obszarze: ***budowa i eksploatacja maszyn***

1. MECHANIKA PUNKTU MATERIALNEGO I BRYŁY SZTYWNEJ:

- a) kinematyka punktu materialnego i bryły sztywnej, równania ruchu punktu, układy współrzędnych, przekształcenia układów współrzędnych, ;
- b) dynamika punktu materialnego, prędkość i przyspieszenie punktu w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym;
- c) dynamika bryły sztywnej, zasada d’Alamberta, zasada prac przygotowanych, współrzędne i siły uogólnione, równania Lagrange’a, równania Hamiltona;
- d) drgania punktu materialnego, układy drgające o jednym stopniu swobody, liniowe układy drgające o wielu stopniach swobody.

2. WYMIANA CIEPŁA I MECHANIKA PŁYNÓW:

- a) podstawowe prawa przewodzenia ciepła, równanie różniczkowe ustalonego i nieustalonego przewodzenia ciepła;
- b) własności termofizyczne ciał stałych;
- c) analityczne i numeryczne metody rozwiązywania zagadnień ustalonej i nieustalonej wymiany ciepła;
- d) teoria pól skalarnych, wektorowych i tensorowych, stan naprężenia w płynie i ogólny warunek równowagi ośrodka ciągłego;
- e) kinematyka płynów, zmienne Lagrange’a i Eulera, pochodne: materialna, lokalna i unoszenia, trajektoria, linia i powierzchnia prądu, równanie ciągłości przepływu, wirowość, cyrkulacja, twierdzenie Stokesa;
- f) podstawy dynamiki płynów idealnych, równanie Bernoulliego, całka Lagrange’a;
- g) podstawy dynamiki płynów newtonowskich, równania Naviera – Stokesa, równanie energii.

3. MODELOWANIE I BADANIA UKŁADÓW FIZYCZNYCH, TEORIA STEROWANIA, PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW I IDENTYFIKACJA SYSTEMÓW:

- a) opis transmitancyjny i w przestrzeni stanu dynamiki układu, podstawowe metody syntezy układów sterowania, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe, komputerowe badanie właściwości dynamicznych oraz metody syntezy układów regulacji;
- b) teoria sterowania, algorytmy PID, algorytmy odporne, algorytmy predykcyjne;
- c) zastosowanie szybkiej transformaty Fouriera do analizy sygnałów, podstawowe modele wykorzystywane w identyfikacji systemów, elementy mechaniki analitycznej.

4. TEMATYKA SKORELOWANA Z TREŚCIĄ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ:

- zagadnienie 1,
- zagadnienie 2,
- zagadnienie 3.

LITERATURA

MECHANIKA PUNKTU MATERIALNEGO I BRYŁY SZTYWNEJ

1. Misiak J.: *Mechanika ogólna, Tom I. Statyka i Kinematyka*, WNT, Warszawa 2012.
2. Misiak J.: *Mechanika ogólna, Tom II. Dynamika*, WNT, Warszawa 1995.
3. Woroszył S.: *Przykłady i zadania z teorii drgań*, PWN, Warszawa 1984

WYMIANA CIEPŁA I MECHANIKA PŁYNÓW

1. Wiśniewski S., Wiśniewski T.S.: *Wymiana ciepła*, Wydawnictwo WNT, Warszawa, 2012
2. Staniszewski B.: *Wymiana ciepła – podstawy teoretyczne*, PWN, 1979
3. Landau L.D., Lifszyc J.M.: *Hydrodynamika*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2021.
4. Prosnak J.P.: *Mechanika płynów tom I II*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1970, 1971.

MODELOWANIE I BADANIA UKŁADÓW FIZYCZNYCH, TEORIA STEROWANIA, PRZETWARZANIE SYGNAŁÓW I IDENTYFIKACJA SYSTEMÓW

1. Gosiewski Z., Siemieniako F.: *Automatyka Tom II Synteza układów*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2007.
2. Niederliński A, Mościński J., Ogonowski Z.: „Regulacja Adaptacyjna”. Wydawnictwo Naukowe, PWN, 1995.
3. Kowal J.: „*Podstawy automatyki T1*”. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2004.
4. Lyons R. G.: „*Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów*”. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2006.

**ZAKRES EGZAMINU
WERYFIKUJĄCEGO UZYSKANIE EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA KWALIFIKACJI NA
POZIOMIE 8 PRK
dla kandydatów ubiegających się o stopień doktora w trybie eksternistycznym**

Dziedzina naukowa: **nauki inżynieryjno-techniczne.**

Dyscyplina naukowa: **inżynieria mechaniczna.**

Zakres egzaminu w obszarze: **mechanika**

1. MECHANIKA MATERIAŁÓW

- 1.1. Stałe sprężystości i równania konstytutywne materiału ortotropowego liniowo sprężystego. Przypadek materiału monotropowego i izotropowego.
- 1.2. Definicja tensora naprężeń oraz tensora małych odkształceń, interpretacja składowych. Kierunki główne i wartości główne naprężeń i odkształceń.
- 1.3. Wybrane modele konstytutywne materiałów sprężysto-plastycznych z uwzględnieniem dużych odkształceń.
- 1.4. Wybrane modele konstytutywne materiałów z uwzględnieniem dużej szybkości odkształcenia.
- 1.5. Wybrane modele konstytutywne materiałów nieściśliwych.
- 1.6. Wybrane hipotezy niszczenia materiału izotropowego liniowo sprężysto-plastycznego.
- 1.7. Wybrane hipotezy niszczenia kompozytów polimerowych liniowo sprężysto-kruchych.

2. MECHANIKA KOMPUTEROWA

- 2.1. Klasyfikacja elementów skończonych.
- 2.2. Funkcje kształtu wybranych elementów skończonych.
- 2.3. Budowa macierzy sztywności elementów skończonych.
- 2.4. Równania równowagi statycznej modelu dyskretnego nieliniowego i ich rozwiązywanie. Metoda przyrostowa, metoda iteracyjna. Kryteria zbieżności.
- 2.5. Równania równowagi dynamicznej MES nieliniowego modelu dyskretnego.
- 2.6. Globalna i lokalna stateczność statyczna układu.
- 2.7. Metody modelowania zagadnienia kontaktu.
- 2.8. Techniki adaptacyjne stosowane w MES.
- 2.9. Źródła błędów w systemach MES.
- 2.10. Metody całkowania macierzowych równań ruchu układów liniowych i nieliniowych.

3. MECHANIKA EKSPERYMENTALNA

- 3.1. Charakterystyki mechaniczne materiałów konstrukcyjnych.
- 3.2. Sposoby eksperymentalnego wyznaczania charakterystyk mechanicznych materiałów.
- 3.3. Błędy pomiarowe w badaniach eksperymentalnych i sposoby wyznaczania niepewności pomiaru.
- 3.4. Badania eksperymentalne pełzania materiałów.
- 3.5. Wyznaczanie eksperymentalne charakterystyk zmęczeniowych materiałów.
- 3.6. Wyznaczanie eksperymentalne charakterystyk materiałów przy obciążeniu uderowym.
- 3.7. Metody nieniszczące badania części maszyn.
- 3.8. Metody bezstykowe pomiarów przemieszczeń i odkształceń.

4. TEMATYKA SKORELOWANA Z TREŚCIĄ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

- zagadnienie 1,
- zagadnienie 2,
- zagadnienie 3.

LITERATURA

MECHANIKA MATERIAŁÓW

1. Boczkowska A. i in., Kompozyty, OWPW, Warszawa 2003.
2. Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłóś Z., Wytrzymałość materiałów, Tom 1 i 2, WNT, Warszawa, 1999.
3. Hallquist J.O., LS-DYNA, Keyword User's manual, v.971 (lub nowsze), LSTC Co., Livermore, CA, USA.
4. Hallquist J.O., LS-DYNA Theory Manual v.971 (lub nowsze), LSTC Co., Livermore, CA, USA.
5. Jones R.M., Mechanics of composite materials, London, Taylor & Francis, 1999.
6. Kurnik W., Tylikowski A., Mechanika elementów laminowanych, OWPW, Warszawa 1997.
7. Walczak J., Wytrzymałość materiałów oraz podstawy teorii sprężystości i plastyczności, Tom 1 i 2, PWN, Warszawa-Kraków, 1971.
8. MSC. Marc Vol. A, Theory and User Information, MSC.Software Co., Santa Ana, CA, USA, 2010 (lub nowsze).
9. MSC.Marc, Vol. B. Element Library, MSC.Software Co., Santa Ana, CA, USA, 2010 (lub nowsze).
10. Tsai S.W., Composites design, 4th Edn., Think Composites, Dayton, 1987.

MECHANIKA KOMPUTEROWA

1. Belytschko T., Liu W.K., Moran B., Nonlinear finite elements for continua and structures, England, 2000.
2. Dacko M. i in., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Warszawa, 1994.
3. Kleiber M., Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice kontinuum, Warszawa, 1985.
4. Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Warszawa, 2005.
5. Zienkiewicz O.C., Metoda elementów skończonych, 1972.

MECHANIKA EKSPERYMENTALNA

1. Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłóś Z., Wytrzymałość materiałów, tom 1 i 2, WNT, Warszawa, 2012.
2. Kobayashi A.S., Handbook on Experimental Mechanics, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1987.
3. Kocańda S., Zmęczeniowe pękanie metali, WNT, Warszawa, 1985.
4. Kowalewski Z.L., Kierunki i perspektywy rozwoju badań wytrzymałościowych, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa, 2008.
5. Lewińska-Romicka A., Badania nieniszczące. Podstawy defektoskopii, WNT, Warszawa, 2001.
6. Ochelski S., Metody doświadczalne mechaniki kompozytów konstrukcyjnych, WNT, Warszawa, 2004.
7. Orłóś Z., Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, PWN, Warszawa, 1977.
8. Szymczak T., Kowalewski Zbigniew L., Wpływ rodzaju obciążenia na właściwości mechaniczne materiałów, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa, 2009.
9. Taylor J.R., Wstęp do analizy błęd pomiarowego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, wyd. 1, 1999 lub wyd. 2, 2018.