

**TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ**

**NEMLINEÁRIS REZGÉSTAN**  
GEMET336M

Miskolci Egyetem  
Gépészmérnöki és Informatikai Kar  
Műszaki Mechanikai Intézet

**HIRDETMÉNY**

A **NEMLINEÁRIS REZGÉSTAN (GEMET336M)** című tantárgy ütemterve és követelményei a 2014/2015. tanév I. félévében

1. hét: Egy szabadságfokú nemlineáris rendszerek rezgései: a rezgések (mozgásegyenletek) osztályozása. Nemlineáris elemek, rúgó karakterisztika.
2. hét: Egy szabadságfokú autonóm rezgések vizsgálata fázissíkon. Stabil és aszimptotikusan stabil rezgések. Ljapunov tételei igazolással.
3. hét: Kvantitatív módszerek a nemlineáris rezgések vizsgálatára: Ritz módszer, Galjorkin módszere, a harmonikus egyensúly módszere.
4. hét: A Duffing féle probléma csillapítás mentes esetben. Poincaré perturbációs módszere. A Duffing-féle feladat rezonanciagörbéi.
5. hét: Lineárisan csillapított Duffing rendszer. A csillapítás hatása a rezonancia görbékre. Ugrási jelenség. Szubharmonikus rezgések. Alkalmazások.
6. hét: Linearizálási módszerek. Panovko direkt linearizálási módszere csillapítás mentes és nemlineáris csillapítási karakterisztika esetén.
7. hét: Egy szabadságfokú rendszerek Hill és Mathieu típusú mozgásegyenlettel.
8. hét: Stabilitási alapfogalmak. Karakterisztikus egyenlet.
9. hét: A periodikus megoldások létezésének feltételei. Floquet tétele.
10. hét: A Mathieu-féle egyenlet karakterisztikus görbéinek és instabilitási tartományainak meghatározása.
11. hét: A Fourier sor alkalmazása: karakterisztikus determinánsok. A fő instabilitási tartomány. Poincaré módszere.
12. hét: Hosszú nyomott rudak kinetikus stabilitása. A fő instabilitási tartomány meghatározása.
13. hét: Konzervatív és nem konzervatív terhelések. Dinamikus stabilitásvesztés és modellezésének kérdései.
14. hét: Összefoglalás.

A tantárgy **aláírással** és **kollokviummal** zárul. Az **elégészes szint** eléréséhez a tantárgyi követelmények **50%-át** kell teljesíteni, de **szorgalmi időszakban** – a rendszeres tanulás elősegítése és jutalmazása céljából – az aláírás **40 %-os** teljesítménnyel is megszerezhető.

#### **Aláírás megszerzése szorgalmi időszakban**

Szorgalmi időszakban a hallgatóknak **két** alkalommal kell önállóan, írásban, **zárhelyi dolgozat** keretében beszámolni a tudásukról. Az önálló foglalkozások időtartama 50 perc, értékelése pontozással történik. Egy-egy alkalommal maximálisan 40 pont, összesen 80 pont érhető el. A félév-végi **aláírás megszerzésének feltétele**, hogy a hallgató az első két foglalkozáson megszerezhető 80 pontból minimálisan 32 pontot (40%) elérjen. Az önálló foglalkozások tervezett időpontjai a 7. és a 12. oktatási hétre esnek.

Az a hallgató, aki az első két zárhelyin nem éri el a 40%-os teljesítménynek megfelelő 32 pontot, **pót-zárhelyi** dolgozat megírásával szerezhethet aláírást. A pót-zárhelyi anyaga felöleli a félév teljes anyagát, időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont érhető el. Az aláírás megszerzéséhez a **ponthiánnyal megegyező pontszámot**, 16 pontnál kevesebb hiány esetén **minimálisan 16 pontot** (40%) kell elérni. A pót-zárhelyi dolgozat tervezett időpontja a 14. oktatási hétre esik.

#### **Aláírás megszerzése a vizsgaidőszakban**

Az a hallgató, aki szorgalmi időszakbeli teljesítménye alapján nem szerzett aláírást a vizsgaidőszakban ezt pótolhatja. Az írásbeli **aláíráspótló vizsga** időtartama 50 perc, maximálisan 40 pont szerezhető. Az **aláírás** megszerzéséhez **minimálisan 20 pontot** (50%) kell elérni.

#### **Vizsgajegy megszerzése**

A tantárgyat lezáró vizsga írásbeli, időtartama 50 perc. A vizsgajegyvet a vizsgán elért pontszám és az évközi teljesítmény alapján kapott pontszám összege adja az alábbi táblázat alapján:

Pontszám	0-19	20-23	24-27	28-31	32-40
Vizsgajegy	elégtelen	elégészes	közepes	jó	jeles

Az évközi teljesítményt az aláíráshoz szükséges 32 pont feletti pontszám 25%-val vesszük figyelembe a vizsgán.

#### **Javasolt jegyzetek:**

1. L. Meirovitch: Methods of Analytical Dynamics, McGraw-Hill, 1988.
2. R. H. Rand: Lecture notes on nonlinear vibrations Department of Theoretical and Applied Mechanics, Cornell University, Ithaca NY 14853.
3. Arnold, V. I.: Közönséges differenciálegyenletek, Műszaki Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.

Dr. Szirbik Sándor  
a tárgy előadója

Dr. Bertóti Edgár  
egyetemi tanár, intézetvezető

Nemlineáris rezgés	Név:	NEPTUN kód:
--------------------	------	-------------

**A.1.** Írja fel az egy szabadságfokú autonóm rezgések fázissíkon történő vizsgálatára szükséges KE-t és az ennek gyökeit adó

$$\lambda_{1,2} = \frac{\mathcal{F}}{2} \pm \sqrt{\frac{\mathcal{F}^2}{4} - \mathcal{D}}$$

képlet szerint sorolja fel a fázisgörbe típusokat és vázolja is fel őket a fázissíkon! (6)

**A.2.** Vezesse le és rajzolja meg a Coulomb-féle súrlódás által csillapított és jobbra  $A_1$  értékkel kitérített egy szabadságfokú lineáris rugózású rezgőrendszer fázisgörbét! (6)

**A.3.** Adja meg az egyensúlyi helyzet stabilitására vonatkozó Ljapunov-féle tételt. Definiálja a Ljapunov függvényt és ismertesse tulajdonságait! (8)

**A.4.** Vázolja fel a Duffing egyenlet rezonanciagörbéit csillapítás mentes és gyengén csillapított esetben. Nevezze meg és jelezze az ábrákon a fontosabb görbéket és a hozzájuk tartozó paramétereket! Magyarázza meg az csillapított rendszer diagramján az ugrás jelenségének lényegét! (8)

$$\eta_{1,2}^2 = 1 + \frac{3}{4} \frac{\beta}{\alpha^2} A_1^2 \pm \frac{m}{A_1}$$

$$\eta_{1,2}^2 = 1 + \frac{3}{4} \frac{\beta}{\alpha^2} A_1^2 \pm \sqrt{\frac{m^2}{A_1^2} - \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\beta}{\alpha^2} A_1^2\right) \kappa^2}$$

**A.5.** Vezesse le a Liouville-féle formulát! (6)

**A.6.** Mutassa be hogyan dönthető el a Hill-féle homogén DE megoldásának stabilitása! (6)