



## TANTÁRGYI ADATLAP

### I. TANTÁRGYLEÍRÁS

#### 1. ALAPADATOK

1.1. *Tantárgy neve (magyarul, angolul)*

Nemlineáris rezgések • Nonlinear Vibrations

1.2. *Azonosító (tantárgykód)*

BMEGEMMNGNR

1.3. *A tantárgy jellege*

kontaktórási tanegység

1.4. *Kurzustípusok és óraszámok (heti/féléves)*

| kurzustípus             | óraszám (heti) | jelleg (kapcsolt/önálló) |
|-------------------------|----------------|--------------------------|
| előadás (elmélet)       | 2              | -                        |
| gyakorlat               | 1              | önálló                   |
| laboratóriumi gyakorlat | 1              | önálló                   |

1.5. *Tanulmányi teljesítményértékelés (minőségi értékelés) típusa*

vizsga

1.6. *Kreditszám*

5

1.7. *Tantárgyfelelős*

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| neve:         | Dr. Szabó Zsolt (71958256078) |
| beosztása:    | egyetemi docens               |
| elérhetősége: | szazs@mm.bme.hu               |

1.8. *Tantárgyat gondozó oktatási szervezeti egység*

Műszaki Mechanikai Tanszék (<http://www.mm.bme.hu/>)

1.9. *A tantárgy weblapja*

<http://www.mm.bme.hu/targyak/?BMEGEMMNGNR>

1.10. *A tantárgy oktatásának nyelve*

magyar

1.11. *A tantárgy elsődleges mintatantervi jellege*

kötelező

1.12. *Közvetlen előkövetelmények*

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| Erős előkövetelmény:             | -           |
| Gyenge előkövetelmény:           | -           |
| Párhuzamos előkövetelmény:       | -           |
| Mérföldkő típusú előkövetelmény: | -           |
| Kizáró feltételek:               | BMEGEMMMG04 |

(nem vehető fel a tantárgy, ha korábban teljesítette az alábbi tantárgyak vagy tantárgycsoportok bármelyikét)

## 2. CÉLKITŰZÉSEK ÉS TANULÁSI EREDMÉNYEK

### 2.1. Célkítűzések

A tantárgya célja, hogy megismertesse a hallgatókkal a nemlineáris mechanikai rendszerek alapegyenleteinek dinamikai vizsgálatával kapcsolatos alapfogalmakat, a mozgásegyenletek megoldásának hagyományos és korszerű módszereit; felhívja a figyelmet azokra a mérnöki gyakorlatban előforduló rezgési jelenségekre, melyek nem magyarázhatók az alapképzés ismeretanyagában szereplő lineáris rezgések elméletével. A mérnöki gyakorlatban legelterjedtebb számítógépes módszerek, a numerikus szimuláció alkalmazása mellett hangsúlyos a szemléletet fejlesztő, az eredmények paraméterfüggő megadásában fontos közelítő analitikus módszerek bemutatása is.

### 2.2. Tanulási eredmények

A tantárgy sikeres teljesítésével elsajátítható kompetenciák:

#### A. Tudás

- Tájékozott a mechanikai modellekben előforduló nemlinearitások főbb típusait és azok jelentőségét illetően.
- Birtokában van a mozgásegyenletek alapvető analitikus és numerikus vizsgálati módszereinek.
- Különbséget tesz az autonóm és nem-autonóm dinamikai rendszerek között.
- Tisztában van az elemi bifurkációk különböző alapvető típusaival.
- Ismeri a fázis sík módszert, a Poincaré-index fogalmát, az egyensúlyi helyzetek száma és indexei közötti összefüggést.
- Átlátja a konzervatív nemlineáris rendszerekben előforduló rezgések periódusával kapcsolatos becslési módszereket.
- Ismeri a progresszív és degresszív merevség hatását a gerjesztett rendszer rezonanciagörbéjén.
- Ismeri a dinamikus stabilitásvesztéssel összefüggő stabil és instabil rezgések, határciklusok analitikus vizsgálati módszereit.
- Tisztában van a centrum sokaság fogalmával, közelítő analitikus meghatározásával.
- Tudomása van a nemlineáris csillapító erők jelentőségéről a határciklusok keletkezésében.

#### B. Képesség

- Azonosítja a mechanikai modellekben előforduló nemlineáris hatásokat.
- Alkalmazza a nemlineáris mozgásegyenletek vizsgálatának analitikus és numerikus módszereit.
- Azonosítja az egy dimenziós dinamikai rendszerekben előforduló elemi bifurkációkat.
- Használja a fázis sík topológiai összefüggéseit az egyensúlyi helyzetek meghatározásához.
- Kiszámítja a konzervatív rendszerek rezgéseinek periódusának közelítő becslését.
- Meghatározza az egyensúlyi helyzetek paraméterfüggő bifurkációs diagramját.
- Értelmezi a nemlineáris gerjesztett rendszer rezonanciagörbéjének egyes ágait.
- Különbséget tesz a szub- és szuperkritikus Hopf-bifurkáció esetén megjelenő határciklusok típusai között.
- Kiszámítja a kritikus bifurkációs paraméterértékhez közeli határciklus közelítő amplitudóját.
- Fejleszti ismereteit az analitikus és numerikus módszerekre vonatkozóan.

#### C. Attitűd

- Munkáját, eredményeit és következtetéseit folyamatosan ellenőrzi.
- Bővíti a nemlineáris rezgések vizsgálatával kapcsolatos tudását.
- Nyitott az információtechnológiai eszközök használatára.
- Törekszik az újszerű matematikai és numerikus módszerek megismerésére és alkalmazására.
- Fejleszti a pontos és hibamentes feladatmegoldást, a mérnöki precizitást és szabatosságot szolgáló képességeit.

#### D. Önállóság és felelősség

- Együttműködik az ismeretek bővítése során az oktatóval és hallgatótársaival.
- Elfogadja a megalapozott szakmai és egyéb kritikai észrevételeket.
- Egyes helyzetekben – csapat részeként – együttműködik hallgatótársaival a feladatok megoldásában.
- Ismeretei birtokában, elemzései alapján felelős, megalapozott döntést hoz.
- Ellenőrzi a stabilitás határának közelében működő berendezések zavaró hatásokkal szembeni robusztusságát.

#### 2.3. Oktatási módszertan

---

A tantárgy heti két óra elméleti és egy-egy óra gyakorlati illetve labor kurzusból áll. Az előadáson közölt elméleti anyagok megértését segítik a gyakorlatokon bemutatott mintapéldák és azok számítógépes labor keretében történő numerikus vizsgálata. Az előadás során a legfontosabb anyagrészek levezetése táblán történik annak érdekében, hogy a közös munka elősegítse a tananyag megértését a hallgatók számára. Az elméleti kurzusokon kivetített animációk és mintapéldák tovább segítik a tananyag elsajátítását. Az előadásokon és gyakorlatokon felhasznált anyagokat a hallgatók letölthetik. A félév során két kötelező házi feladat megoldásán keresztül ellenőrizhetik a hallgatók az ismeretek elsajátítását, melyhez rendszeres konzultációkat biztosítunk.

#### 2.4. Tanulástámogató anyagok

---

##### a) Tankönyvek

Dr. Ludvig Győző: Gépek dinamikája. Műszaki Könyvkiadó, 1993, Budapest. ISBN: 963-10-4802-0.

Farkas, M.: Periodic Motions. Springer, 1994, New York. ISBN: 354-09-4204-1.

Guckenheimer, J., Holmes, P.: Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields. Springer, 1991, New York. ISBN: 038-79-0819-6.

##### b) Jegyzetek

A tantárgyhoz az adatlap kitöltése során még nem áll rendelkezésre jegyzet, annak legkorábbi megjelenési ideje 2020.

##### c) Letölthető anyagok

<http://www.mm.bme.hu/targyak/?BMEGEMMNGNR>

#### 2.5. A tantárgyleírás hatályossága

---

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Hatályosság kezdete: | 2019. szeptember 1. |
| Hatályosság vége:    | 2024. szeptember 1. |

## II. TANTÁRGYKÖVETELMÉNYEK

### 3. A TANULMÁNYI TELJESÍTMÉNY ELLENŐRZÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

#### 3.1 Általános szabályok

A tanulási eredmények értékelése három évközi írásbeli teljesítménymérés (két rész- és egy összegző tanulmányi teljesítményértékelés) alapján történik. Az összegző tanulmányi teljesítményértékelés: a tantárgy tudás, képesség típusú kompetenciaelemeinek komplex, írásos értékelési módja zárthelyi dolgozat formájában, a dolgozat egyrészt a megszerzett ismeretek alkalmazására fókuszál, így a problémafelismerést és -megoldást helyezi a középpontba, azaz gyakorlati (számítási) feladatokat kell megoldani, másrészt a szükséges lexikális ismereteket kéri számon a teljesítményértékelés során, a rendelkezésre álló munkaidő 45 perc. A részteljesítmény értékelés (házi feladat): a tantárgy tudás, képesség, attitűd, valamint önállóság és felelősség típusú kompetenciaelemeinek komplex értékelési módja, melynek megjelenési formája az egyénileg készített házi feladat.

#### 3.2 Teljesítményértékelési módszerek

##### A. Szorgalmi időszakban végzett teljesítményértékelések részletes leírása

###### 1. Évközi teljesítményértékelés

típusa: összegző (szummatív) értékelés

darabszáma:1

célja, leírása:Az összegző értékelések együttesen vizsgálják és mérik fel a hallgatók tudás és képesség típusú kompetenciákkal meghatározott tanulási eredményeit. Ennek megfelelően az egyes összegző értékelések a kijelölt elméleti ismeretanyag elsajátítottságát, valamint a gyakorlaton szerzett ismeretek meglétét és képességek alkalmazását mérik fel. Egy-egy összegző értékelés 50%-ban az elméleti ismeretekre, 50%-ban az alkalmazói készségekre fókuszál. Teljesítésükre a tanulmányi teljesítményértékelési tervben meghatározott időpontban, előreláthatólag a 14. oktatási héten kerül sor. Az összegző teljesítményértékelésen 20 pont szerezhető.

###### 2. Évközi teljesítményértékelés

típusa: részteljesítmény (formatív) értékelés, egyszerű

darabszáma:2

célja, leírása:A részteljesítmény értékelés alapvető célja az attitűd, valamint az autonómia és felelősség kompetenciacsoportba tartozó tanulási eredmények meglétének vizsgálata. Ennek módja két darab egyénileg készítendő házi feladat dokumentáció elkészítése. A feladatok témája a kiadás előtt elmondott anyagrészekre alapozott. Az elkészített házi feladat tartalmi és formai követelményeit, értékelési elveit a feladatkiírás és a tantárgy honlapja egyértelműen tartalmazza. Egy feladattal legfeljebb 10 pont szerezhető.

##### B. Vizsgaidőszakban végzett teljesítményértékelés (vizsga, ha releváns)

A vizsga elemei:

###### 1. írásbeli részvizsga

kötelezettség: nincs ilyen vizsgaelem

leírás:

###### 2. szóbeli részvizsga

kötelezettség:kötelező (rész)vizsgaelem, elégtelen teljesítése elégtelen(1) vizsgaérdemjegyet von maga után

leírás: A szóbeli vizsga a tantárgy tudás, képesség típusú kompetenciaelemeinek értékelési módja a húzott témakörrel való szóbeli felelet formájában. A vizsga elsősorban a megszerzett ismeretek kvalitativ összefüggéseire és műszaki alkalmazására fókuszál, melyek rendszerezéséhez 15-20 perc felkészülési idő biztosított. A szóbeli vizsga a tantárgy tudás, képesség típusú kompetenciaelemeinek értékelési módja a húzott témakörrel való szóbeli felelet formájában. A vizsga elsősorban a megszerzett ismeretek kvalitativ összefüggéseire és műszaki alkalmazására fókuszál, melyek rendszerezéséhez 15-20 perc felkészülési idő biztosított.

### 3. gyakorlati részvizsga

kötelezettség: nincs ilyen vizsgaelem

leírás:

### 4. évközi eredmények beszámítása

-

### 3.3 Szorgalmi időszakban végzett teljesítményértékelések részaránya a minősítésben, aláírás megadásában

| azonosítója                      | részarány |
|----------------------------------|-----------|
| 1 . Évközi teljesítményértékelés | 50 %      |
| 2 . Évközi teljesítményértékelés | 50 %      |

Az aláírás megadásának feltétele, hogy az évközi teljesítményértékeléseken szereshető pontszám legalább 40%-át elérje.

### 3.4 Vizsgaelemek részaránya a minősítésben (ha releváns)

| típus                         | részarány |
|-------------------------------|-----------|
| írásbeli részvizsga           | 0 %       |
| szóbeli részvizsga            | 100 %     |
| gyakorlati részvizsga         | 0 %       |
| évközi eredmények beszámítása | 0 %       |

### 3.5 Érdemjegy megállapítás

| érdemjegy • [ECTS minősítés]  | teljesítmény %-ban kifejezve |
|-------------------------------|------------------------------|
| jeles(5) • Excellent [A]      | 90% felett                   |
| jeles(5) • Very Good [B]      | 85% .. 90%                   |
| jó(4) • Good [C]              | 70% .. 85%                   |
| közepes(3) • Satisfactory [D] | 56% .. 70%                   |
| elégséges(2) • Pass [E]       | 40% .. 56%                   |
| elégtelen(1) • Fail [F]       | 40% alatt                    |

Az egyes érdemjegyeknél megadott alsó határérték már az adott érdemjegyhez tartozik

### 3.6 Jelenléti és részvételi követelmények

Az előadások legalább 70%-án (lefelé kerekítve) jelen kell lenni.

A gyakorlatok legalább 70%-án (lefelé kerekítve) tevőlegesen részt kell venni.

A laboratóriumi gyakorlatok legalább 70%-án (lefelé kerekítve) tevőlegesen részt kell venni.

### 3.7 Javítás, ismétlés és pótlás különös szabályai

---

A javításra, ismétlésre és pótlásra vonatkozó különös szabályokat a TVSz általános szabályaival együttesen kell értelmezni és alkalmazni.

Évközi összegző teljesítményértékelések egyenként eredményesen teljesítendő-e?

*igen*

Beadott és elfogadott részteljesítmény értékelés a jobb eredmény elérése érdekében a pótlási időszak végéig ismételten benyújtható-e?

*NEM*

Összegző teljesítményértékelés javítási, illetve ismétlési módja első alkalommal:

*az összegző (szummatív) teljesítményértékelések egyenként javíthatók, illetve ismételhetők*

Összegző teljesítményértékelés ismétlő-javítási lehetősége engedélyezett-e, ha igen, milyen formában:

*az ismétlő-javítás lehetősége kizárt*

Korábbi eredmény figyelembevétele javítás, ismétlés-javítás esetén:

*az időben újabb eredmény felülírja a korábbi*

Részteljesítmény értékelés javítási, illetve ismétlési módja első alkalommal:

*a részteljesítmény értékelés egy alkalommal javítható, illetve ismételhető (ide értve a késedelmes benyújtást is) a pótlási időszak végéig*

El nem végzett laboratóriumi gyakorlatok teljesítése:

*az el nem végzett laborgyakorlatok a pótlási időszakban elvégezhetők, de ez nem kötelező*

Hibásan (pl. jegyzőkönyvhiba) teljesített laboratóriumi gyakorlatok ismétlése:

*a hibásan (pl. jegyzőkönyvhiba) teljesített laborgyakorlat a hibás rész kijavított formában történő benyújtásával teljesíthető*

### 3.8 A tantárgy elvégzéséhez szükséges tanulmányi munka

---

| <b>Tevékenység</b>                                     | <b>óra/félév</b> |
|--|------------------|
| részvétel a kontakt tanórákon                          | 56               |
| félévközi készülés a gyakorlatokra                     | 7                |
| felkészülés a laboratóriumi gyakorlati foglalkozásokra | 14               |
| felkészülés az összegző teljesítményértékelésekre      | 16               |
| részteljesítmény értékelés feladatának kidolgozása     | 8                |
| vizsgafelkészülés                                      | 35               |
| további, a teljesítéshez szükséges munkaidő ráfordítás | 10               |
| <b>összesen</b>  | <b>146</b>       |

### 3.9. Tantárgykövetelmények hatályossága

---

Tantárgykövetelmények hatályosságának kezdete: 2019. szeptember 1.

Tantárgykövetelmények hatályosságának vége: 2024. szeptember 1.

## 4. KIEGÉSZÍTŐ INFORMÁCIÓK

### 4.1 Elsődleges szak

---

A tantárgy elsődleges (fő) szakja, amelyen meghirdetésre kerül és amelyhez a kompetenciák kapcsolódnak:

*minden\_mesterszakon\_közös*

#### 4.2 Kapcsolódás a KKK rendelet céljához és (szakos) kompetenciáihoz

---

Ez a tantárgy a KKK rendeletben meghatározott, következő kompetenciák fejlesztését szolgálja>

a) tudás

- Ismeri szakterülete általános és specifikus jellemzőit, határait, legfontosabb fejlődési irányait, a szakterület kapcsolódását a rokon szakterületekhez.
- Részletekbe menően ismeri az adott szakterület összefüggéseit, elméleteit és az ezeket felépítő terminológiát.
- Részletekbe menően ismeri a szakterületéhez kapcsolódó jogi szabályozást, az etikai normákat.

b) képesség

- Elvégzi az adott szakterület ismeretrendszerét alkotó különböző elképzelések részletes analízisét, az átfogó és speciális összefüggéseket szintetizálva megfogalmazza és ezekkel adekvát értékkelő tevékenységet végez.
- Sokoldalú, interdiszciplináris megközelítéssel azonosít speciális szakmai problémákat, feltárja és megfogalmazza az azok megoldásához szükséges részletes elméleti és gyakorlati hátteret.
- Magas szinten használja a szakterület ismeretközvetítési technikáit, és dolgozza fel a magyar és idegen nyelvű publikációs forrásait, rendelkezik a hatékony információkutatás, -feldolgozás ismereteivel a szakterülete vonatkozásában.

c) attitűd

- Új, komplex megközelítést kívánó, stratégiai döntési helyzetekben, illetve nem várt élethelyzetekben is a jogszabályok és etikai normák teljes körű figyelembevételével hozza meg döntését.
- Törekszik arra, hogy szakterülete legújabb eredményeit saját fejlődésének szolgálatába állítsa.
- Szakterülete legfontosabb problémái kapcsán átlátja és képviseli az azokat meghatározó aktív állampolgári, műveltségi elemeket.

d) önállóság és felelőség

- Jelentős mértékű önállósággal végzi átfogó és speciális szakmai kérdések végiggondolását és adott források alapján történő kidolgozását.
- Bekapcsolódik kutatási és fejlesztési projektekbe, a projektcsoportban a cél elérése érdekében autonóm módon, a csoport többi tagjával együttműködve mozgósítja elméleti és gyakorlati tudását, képességeit.
- Különböző bonyolultságú és különböző mértékben kiszámítható kontextusokban a módszerek és technikák széles körét alkalmazza önállóan a gyakorlatban.

#### 4.3 A tantárgy teljesítéséhez ajánlott előzetes ismeretek

---

Tudás típusú kompetenciák

(azon előzetes ismeretek összessége, amelyek megléte nem kötelező, de a tantárgy eredményes teljesítését nagyban elősegíti) | -

Képesség típusú kompetenciák

(azon előzetes képességek és készségek összessége, amelyek megléte nem kötelező, de a tantárgy eredményes teljesítését nagyban elősegíti) | -