

Az MSc képzés programja

az egészségügyi mérnök szakon

(V 5.4)

BUDAPEST, 2024



Tartalom

I.	BEVEZETÉS.....	3
II.	A TANTERVI KERETEK	6
II.1	Az egészségügyi mérnök mesterszak tantervi hálója.....	7
III.	TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPISMERETEK.....	9
IV.	GAZDASÁGI ÉS HUMÁN ISMERETEK	13
V.	SZAKMAI TÖRZSANYAG.....	16
VI.	DIFFERENCIÁLT SZAKMAI ISMERETEK	19
VII.	SZIGORLAT, DIPLOMATERVEZÉS.....	25
VIII.	SZABADON VÁLASZTHATÓ TANTÁRGYAK.....	26

I. Bevezetés

A képzés célja olyan interdiszciplináris elméleti és gyakorlati ismeretekkel, valamint alkalmazási készséggel rendelkező mérnökök képzése, akik műszaki, informatikai, orvosi vagy természettudományos alaptudásukat kiegészítve, az elméleti és a gyakorlati jellegű egészségügyi mérnöki tevékenységek rendkívül széles területén alkalmazhatók. Az egészségügyi mérnökök az élő- és élettelen természettudományos, műszaki, gazdasági és humán ismereteik, továbbá az ezekhez kapcsolódó készségeik révén, szakterületükön tervezői és kutatási-fejlesztési feladatok ellátására, egészségügyi és műszaki szakemberekből álló csoportok kutató, fejlesztő és alkalmazói munkájában való közreműködésre, megfelelő gyakorlat után ilyen csoportok önálló irányítására alkalmasak. A mesterdiploma megszerzése feljogosít a doktori képzésben való részvételre.

Az orvosbiológiai mérnökképzés (biomedical engineering) az 1970-es években jelent meg önálló szakként a világban, eleinte elsősorban az Egyesült Államokban. Jelenleg a világban több mint 300 orvosbiológiai mérnöki képzési program létezik, ebből csaknem 100 Európában. A Budapesti Műszaki Egyetemen az 1970-es években Orvosbiológiai mérés technika szakmérnöki szak indult. 1995-ben orvosbiológiai mérnökképzés indult a Budapesti Műszaki Egyetem, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem és az Állatorvostudományi Egyetem részvételével, gesztorintézmény a BME Villamosmérnöki Kar. Az országban jelenleg egyedülként ezen a szakon történik egészségügyi (2002 előtt orvosbiológiai) mérnökök képzése, 2007-ig több mint 200 diploma került kiadásra.

Felvétel az egészségügyi mérnök mesterszakra: A mesterképzésre felvételt nyerni csak meglévő diploma birtokában lehet. A mesterképzésbe történő belépés előzményeként egyetlen szak sem vehető figyelembe teljes kreditérték beszámítással, mivel ezen a szakon jelenleg alapképzés nem folyik. Elsősorban az alábbi szakokon diplomát szerettek jelentkezését várjuk: villamosmérnöki, biomérnöki, gépészmérnöki, szerkezetépítőmérnöki, mérnök informatikus, programtervező informatikus, gazdaságinformatikus, orvosi laboratóriumi és képalkotó diagnosztikai analitikus, biológia, fizika, kémia (BSc) alapképzési szakok, valamint az orvos, fogorvos és gyógyszerész egységes, osztatlan mesterképzési szakok.

A mesterképzésbe való **felvétel** feltétele, hogy

- a műszaki, az informatikai, az orvos- és egészségtudomány és a természettudomány képzési terület alapképzési szakjain, valamint az általános orvos, fogorvos és gyógyszerész osztatlan szakon diplomát szerzett jelentkezők **legalább 30 kredittel** (ebből összesen legalább 12 kredit vagy matematikából és fizikából vagy anatómiából, élettanból és biokémiából),
- más szakon diplomát szerzett jelentkezők **legalább 40 kredittel**

rendelkezzenek, amelyeket korábbi tanulmányaik során szereztek az alábbiak szerinti 60 kreditből:

természettudományos ismeretek matematika (min. 12 kredit), fizika (min. 5 kredit), anatómia (min. 6 kredit), élettan (min. 6 kredit), biokémia (min. 5 kredit), kémia, biológia;	35 kredit
mérnöki alapismeretek rendszerek analízise, tervezési ismeretek.	10 kredit
számítástechnikai ismeretek	5 kredit
gazdasági és humán ismeretek közgazdaságtani és menedzsment ismeretek, környezetvédelem, minőségbiztosítás, munkavédelem, társadalomtudomány;	10 kredit

A diploma kiadásának feltétele, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhető legyen legalább 60 kredit a fenti ismeretkörökben. A felvételkor a fenti lista szerint még hiányzó krediteket a tanulmányokkal párhuzamosan meg kell szerezni.

A mesterképzés során megszerzendő ismeretek (120 kredit):

<i>természettudományos alapismeretek</i> matematika, fizika, funkcionális anatómia, rendszerélettan, biofizika, molekuláris biológia;	20-30 kredit
<i>gazdasági és humán ismeretek</i> minőségmenedzsment, az orvosi kutatások etikai kérdései, további, az egészségügyhöz kapcsolódó gazdasági és humán ismeretek;	10-20 kredit
<i>egészségügyi mérnöki szakmai ismeretek</i> biológiai eredetű jelek mérésére használható műszerek és méréstechnika, műszaki és biológiai rendszerek elmélete, folyamatszabályozás, biomechanika, orvosbiológiai számítógépes gyakorlat, bioinformatika, biokompatibilis anyagok, biotechnológia, orvosbiológiai érzékelők, orvosi képfeldolgozás, orvosi optika, beszéd- és hallásdiagnosztika, gyógyszerészeti biotechnológia, intelligens orvosi készülékek;	15-35 kredit
<i>a szakmai törzsanyag kötelezően választható ismeretkörei</i> differenciált szakmai ismeretek: orvosbiológiai mérnöki, egészségügyi mérnök-informatikus, sugárfizikai, továbbá a szakma igényeinek, valamint a szakindítást kérő intézmények hagyományainak megfelelő további specializációkhoz tartozó speciális szakmai ismeretek; diplomamunka (30 kredit);	40-60 kredit
<i>szabadon választható tantárgyak ismeretkörei</i>	min. 6 kredit

A szak orientációja: kiegyensúlyozott (a gyakorlati jellegű ismeretátadás aránya 40-60 százalék).

A hallgatók a differenciált szakmai ismeretek egy részét – 10 kredit kiméretben – önálló munkával, megfelelő oktatói konzultációval segítve sajátítják el. Ennek során a hallgatók személyre szabott feladatot kapnak. Az önálló feladat kijelölése, az ehhez nyújtott konzultáció ad lehetőséget a tehetségekkel való foglalkozásra. A hallgatók az önálló munka keretében elkezdett szakmai tevékenységet a diplomatervezés (összesen 30 kredit) során folytathatják. A két tantárgy együtt a képzés harmadát (40 kredit a 120-ból) teszi ki. Ez lehetővé teszi, hogy a kiemelkedő képességű hallgatók megfelelő feladatot kapjanak, és előrehaladásukat személyre szabott konzultációval segítsük.

A minden egészségügyi mérnöktől elvárt általános kompetenciák megszerzését a kötelező tantárgyak biztosítják. Ezeket a különböző alapidiplomával rendelkezők a mintatantervben leírtak szerint hallgatják.

Előtanulmányi rend:

A kar által kötelezően előírt MSc előtanulmányi rend szerint

- Az egyes tantárgyak adatlapjai előtanulmányi rend előírásokat tartalmazhatnak, elsősorban a természettudományos és a, közös tantárgyakra vonatkozóan.
- Az Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok tantárgy felvételének előfeltétele az Orvosbiológiai méréstechnika és a Folyamatszabályozás tantárgyak kreditjeinek megszerzése.
- Az Önálló munka 1, Önálló munka 2, Diplomatervezés 1 és Diplomatervezés 2 tantárgyak
 - csak az adott szak MSc képzésének hallgatói számára vehetők fel,
 - csak a felsorolás sorrendjében vehetők fel, a felsorolásban őket megelőző tantárgyak kreditjeinek teljesítése után.
- A szigorlat letétele csak az alapozó ismereteket nyújtó tantárgyak (a meglevő alapidiplomától függően Matematika M1, Fizika M1, vagy Funkcionális anatómia, Rendszerélettani alapismeretek) kreditjeinek megszerzése után lehetséges. Ha a hallgató az előtanulmányi rendben szereplő egyik tantárgyat teljesítette, akkor az Egészségügyi mérnöki alapszigorlatot az előtanulmányi rendben szereplő másik tantárggyal egy időben, azonos félévben is felveheti.
- A Diplomatervezés 2 tantárgy felvételének feltételeit a „BME VIK MSc diplomaterv, záróvizsga, oklevél szabályzata” tartalmazza.

Szakmai gyakorlat:

A képzés hallgatói számára a diploma megszerzésének feltétele egy legalább 4 hetes egybefüggő szakmai gyakorlat sikeres teljesítése is. A szakmai gyakorlat lehetséges időpontjait, helyszíneit, tartalmát és lebonyolításának rendjét, a kar szabályzatai határozzák meg.

Mobilitási ablak:

A mintatanterv részét képezi az ún. mobilitási ablak (a nemzetközi hallgatói mobilitásra felhasználható időszak). A mobilitási ablak biztosításának célja (BME TVSz 75/A §), hogy a hallgató tanulmányi idejének meghosszabbodása nélkül vehessen részt nemzetközi mobilitásban. Ezen célok biztosítása érdekében olyan félévet vagy féléveket kell a szak mintatantervében meghatározni, amely vagy amelyek keretében jelentős részben kötelezően választható vagy szabadon választható tárgyak kerülnek meghirdetésre, és ily módon a tantárgyak kiváltása vagy távolról történő teljesítése megoldható.

Fentieket figyelembe véve a mobilitási ablakok kialakítása a mesterszakokon az alábbi alapelvek szerint történt:

1. A mobilitás féléve az alapképzésben a Diplomatervezés 2 tantárgy teljesítésére kijelölt 4. félév.
2. A megjelölt félévben a mintatantervben csak olyan tantárgyak szerepelnek a Diplomatervezés 2 tantárgy mellett, amelyek vagy:
 - a. szabadon választható tantárgyak vagy
 - b. olyan kötelező vagy kötelezően választható tantárgyak, amelyek minden tanulmányi cselekménye zárt rendszerű távoktatási képzésmenedzsment rendszerben megvalósuló távolléti oktatási formában (online) teljesíthető.

A Diplomatervezés 2 tantárgy teljesíthető külföldön is.

A hallgató a 4. félévben a Diplomatervezés 2 mellett kötelezően vagy szabadon választható tantárgyakat kell teljesítsen. Ezeknek a tantárgyaknak a befogadhatósága az európai kreditátviteli és –gyűjtési rendszer alapján könnyen teljesíthető, bizonyos tantárgyak online is elvégezhetők. A Diplomatervezés 2 nagyobb kreditértékű tantárgy, készítésének félévében a tanterv kevesebb tantárgyhoz kapcsolódó creditszerzési kötelezettséget tartalmaz, így a hallgatónak elsősorban nem a hagyományos kurzuslátogatás a feladata. A szakdolgozatát külföldön teljesítő hallgató esetében a témavezetés történhet közösen a küldő intézménnyel közösen (co-tutelle képzés), vagy online módon a hallgató anyaintézményében. A dolgozat elkészítésében, a kutatásban szerepet játszanak az ipari partnercégek (a legtöbb informatikai vállalat multinacionális, külföldi anyavállalattal és több országban található leányvállalatokkal, fiókcégekkel). A külföldi tanulási környezet, illetve a cégek, ipari vagy egyéb partnerek külföldi telephelyei vagy anyacégei, mind szakmai gyakorlati helyszínek is, és mindezeknek a képzés minőségére gyakorolt pozitív hatása a képzéseket még vonzóbbá teszi.

II. A tantervi keretek

A mesterszak tantervi hálóját két változatban készült el annak érdekében, hogy a tanulmányok a tavaszi és az őszi félévben is megkezdhetőek legyenek, de a tantárgyakat – kevés kivétellel – ne kelljen mindkét félévben meghirdetni. Ezzel biztosítani tudjuk, hogy a BSc képzést 7 (ill. páratlan számú) félév alatt teljesítő hallgatók félévkihagyás nélkül megkezdjék MSc tanulmányaikat.

A tanulmányaikat a tavaszi félévben megkezdő hallgatók mintatantervének féléveit 1-től 4-ig sorszámoztuk. Ugyanez a számozás az őszi félévben induló képzésnél 0-tól 3-ig terjed, ily módon valamennyi tavaszi félévet páratlan, valamennyi őszi félévet páros szám jelöl. A tantárgyakat igyekeztünk a különböző félévekben induló, de egyébként azonos szakon zajló képzések esetében úgy elhelyezni, hogy egy-egy tantárgy lehetőleg csak páros vagy csak páratlan félévben forduljon elő. Ezzel elérhető lett az a racionális cél, hogy az adott tantárgyat mindkét képzés számára csak évente egyetlen alkalommal (vagy tavasszal, vagy ősszel) kelljen meghirdetni. Amennyiben ugyanaz a tantárgy nem azonos sorszámu, de azonos párosságú félévben fordul elő a két mintatantervben (pl. 0 és 2), a fentiek alapján azt jelenti, hogy a tantárgynak a többi tantárgyhoz viszonyított helyzete („a tantárgyak sorrendje”) megváltozik ugyan a kétféle kezdés szerinti képzés mintatanterveiben, a tantárgy mégis közösen tartható meg a kétféle képzés (eltérő évfolyamai) számára.

Minden tantárgy bemutatásánál a következő tájékoztató jelölésrendszert alkalmazzuk:

Tantárgy címe

([Tantárgykód](#), szemeszter - őszi kezdés: kezdés x., tavaszi kezdés: y., e/g/l/szk/kr kredit, Tanszék)
ahol:

- **Tantárgykód:** a tantárgy Neptun kódja, egyben link a tantárgy adatlapjára
- **Szemeszter:** mintatanterv szerinti haladás esetén
 - **őszi kezdés** esetén a tantárgyat az x. félévben,
 - **tavaszi kezdés** esetén az y. félévben kell felvenni.
- **e/g/l/szk/kr:** heti előadás, gyakorlat, labor óraszám, számonkérés módja (félévközi jegyes vagy vizsgás), a tantárgy kredit száma
- **Tanszék:** a tantárgyat felkínáló tanszék kari szokások szerinti rövidített jelölése

A következő alfejezetben a mesterképzési szak mintatantervét (ún. tantervi keretét) mutatjuk be áttekintő jelleggel. Az egyes tantárgycsoportokban kötelező, kötelezően választható és szabadon választható tantárgyak is előfordulnak, ezek számát és kreditkorlátait az MSc képzés Képzési és kimeneti követelményei szabályozzák. Utóbbiról az egyes szakokat tárgyaló fejezetek elején adunk kivonatolt áttekintést.

II.1 Az egészségügyi mérnök mesterszak tantervi hálója

a) Kezdés a tavaszi félévben (1)

	Tantárgynév	Szemeszter				Típ.	ZV
		1	2	3	4		
Természettudományos alapismeretek (22 kredit)							
1	Molekuláris biológia			2/2/0/v/5		K	
2	Biofizika	2/2/0/v/5				K	
3a	Rendszerélettani alapism. (műszaki alapk.-nek)		3/0/2/v/6			K	
3b	Matematika (orvosi alapk.-nek)	3/3/0/v/7				K	
4a	Funkcionális anatómia (műszaki alapk.-nek)	4/0/1/v/6				K	
4b	Fizika1 (orvosi alapk.-nek)		2/2/0/v/5			K	
További alapozó ismeretek (10 kredit)							
5	Folyamatszabályozás		2/2/0/v/5			K	ZV
6	Biomechanika			2/2/0/v/5		K	ZV
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)							
7	Minőségmenedzsment			2/0/0/f/2		K	
8	Az orvostud. kutatások etikai kérdései	3/0/0/v/4				K	
9	Köt. vál. gazd. és humán ism.				2/1/0/v/4	KV	
Szakmai törzsanyag (20 kredit)							
10	Klinikai műsz. diagnosztika és terápia		2/2/0/v/5			K	ZV
11	Műszaki biológiai rendsz. elm	2/2/0/f/5				K	ZV
12	Orvosbiológiai mérés-technika		2/2/0/f/5			K	ZV
13	Orvosbiológiai sz.gépes gyak.			0/0/4/f/5		K	
Differenciált szakmai ismeretek (22 kredit)							
14	Önálló munka	0/0/4/f/6	0/0/4/f/6			KV	
15	Köt. vál. szakmai tantárgyak 1				2/2/0/v/5	KV	
16	Köt. vál. szakmai tantárgyak 2				2/2/0/v/5	KV	
Diplomatervezés (30 kredit)							
17	Szigorlat			0/0/0/sz/0			
18	Diplomatervezés			0/10/0/f/15	0/10/0/f/15	KV	
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)							
19	Szabadon választható tantárgyak	2/1/0/v/3	2/1/0/v/3			SZV	
Kritérium tantárgy (0 kredit)							
20	Szakmai gyakorlat	4 hét/a/0				KV	
	Összes heti óra (műsz./orv.)	23/24	24/23	24	21		
	Összes kredit (műsz./orv.)	29/30	30/29	32	29		
	Vizsgaszám	3	3	2+sz	3		

K: kötelező, KV: kötelezően választható, SZV: szabadon választható

A záróvizsga tantárgy a ZV jelölésű halmazból választandó.

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

b) Kezdés az őszi félévben (0)

	Tantárgynév	Szemeszter				Típ.	ZV
		0	1	2	3		
Természettudományos alapismeretek (22 kredit)							
1	Molekuláris biológia		2/2/0/v/5			K	
2	Biofizika		2/2/0/v/5			K	
3a	Rendszerélettani alapism. (műszaki alapk.-nek)			3/0/2/v/6		K	
3b	Matematika (orvosi alapk.-nek)		3/3/0/v/7			K	
4a	Funkcionális anatómia (műszaki alapk.-nek)		4/0/1/v/6			K	
4b	Fizika1 (orvosi alapk.-nek)			2/2/0/v/5		K	
További alapozó ismeretek (10 kredit)							
5	Folyamatszabályozás	2/2/0/v/5				K	ZV
6	Biomechanika				2/2/0/v/5	K	ZV
Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit)							
7	Minőségmenedzsment				2/0/0/f/2	K	
8	Az orvostud. kutatások etikai kérdései				3/0/0/v/4	K	
9	Köt. vál. gazd. és humán ism.			2/1/0/v/4		KV	
Szakmai törzsanyag (20 kredit)							
10	Klinikai műsz. diagnosztika és terápia			2/2/0/v/5		K	ZV
11	Műszaki biológiai rendsz. elm		2/2/0/f/5			K	ZV
12	Orvosbiológiai mérés-technika	2/2/0/f/5				K	ZV
13	Orvosbiológiai sz.gépes gyak.				0/0/4/f/5	K	
Differenciált szakmai ismeretek (22 kredit)							
14	Önálló munka	0/0/4/f/6	0/0/4/f/6			KV	
15	Köt. vál. szakmai tantárgyak 1	2/2/0/v/5				KV	
16	Köt. vál. szakmai tantárgyak 2		2/2/0/v/5			KV	
Diplomatervezés (30 kredit)							
17	Szigorlat			0/0/0/sz/0			
18	Diplomatervezés			0/10/0/f/15	0/10/0/f/15	KV	
Szabadon választható tantárgyak (6 kredit)							
19	Szabadon választható tantárgyak	2/1/0/v/3 2/1/0/v/3				SZV	
Kritérium tantárgy (0 kredit)							
20	Szakmai gyakorlat	4 hét/a/0				KV	
	Összes heti óra (műsz./orv.)	22	25/26	22/21	23		
	Összes kredit (műsz./orv.)	27	32/33	30/29	31		
	Vizsgaszám	2	4	3+sz	2		

K: kötelező, **KV:** kötelezően választható, **SZV:** szabadon választható

A záróvizsga tantárgy a **ZV** jelölésű halmazból választandó.

Jelmagyarázat: előadás/gyakorlat/laboratórium/v=vizsga, f=félévközi jegy, a=aláírás/kreditpont

III. Természettudományos alapismeretek

A természettudományos alapismeretek tantárgyainak listája a következő:

Tárgy neve	Tantárgykód	Kötelező/választható
Molekuláris biológia	BMEVIEUM119	kötelező
Biofizika	BMEVIEUM120	kötelező
Rendszerélettani alapismeretek	BMEVIEUM200	kötelező (műsz.)
Matematika M1	BMETE90MX31	kötelező (orv.)
Funkcionális anatómia	BMEVIEUM121	kötelező (műsz.)
Fizika M1	BMETE13MX05	kötelező (orv.)
Folyamatszabályozás	BMEVIIM158	kötelező
Biomechanika	BMEEOTMOM04	kötelező

Műsz.: műszaki alapképzettségűek számára, Orv.: orvosi alapképzettségűek számára

Molekuláris biológia

([BMEVIEUM119](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 3., 2/2/0/v/5 kredit, SE)

1. A tantárgy célkitűzése

A genetikai információ tárolása, kifejeződése, a laboratóriumi géntechnológiák ismertetése. A biotechnológia molekuláris biológiai alapjainak elsajátítása.

2. A tantárgy tematikája

- Nukleinsavak szerkezete.
- A DNS replikációja.
- A DNS károsodásainak javítása, repair mechanizmusok, mutációk.
- RNS, és a transzkripció.
- A génkifejeződés szabályozása, transzkripciós faktorok, a sejtciklus szabályozása.
- A vírusgenom replikációja és az onkogének.
- Fehérjeszintézis.
- Molekuláris biológiai és egyéb biológiai laboratóriumi módszerek.
- Rekombináns géntechnológia.
- Vektorok és könyvtárak.
- Génamplifikációs eljárások.
- Génreguláció vizsgálata (transzkripciós szabályozás).
- A rekombináns géntechnológia gyakorlati alkalmazásai.
- Bioinformatika. Az in silico vizsgálatok alapjai.

Biofizika

([BMEVIEUM120](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1., 2/2/0/v/5 kredit, SE)

1. A tantárgy célkitűzése

Megismertetni a biológiai rendszerek életfolyamatainak alapjait képező fizikai törvényszerűségeket, a diagnosztikában, terápiában és az élettudományi kutatómunkában használt, fizikai elveken nyugvó főbb módszerek alapjait.

2. A tantárgy tematikája

- Rend-rendeztetlenség, gázok, folyadékok, folyadékkristályok, szilárdtestek, az anyag nano-léptékű új tulajdonságai, kötéserősség, kötéstávolság, erős és gyenge kötések.

- Molekuláris biofizika: Biológiai makromolekulák szerkezete. Általános felépítési elvek, variációs lehetőségek, szerkezeti szintek, stabilitás, szerkezeti dinamika. A fehérjetekeredés biofizikája. Az anyag tulajdonságainak molekuláris szinten történő szabályozásán nyugvó szupramolekuláris szerkezetek, önszerveződés és önreprodukció képessége.
- Fény, hullámoptika, kvantumoptika. Fényforrások, hőmérsékleti sugárzás, lumineszcencia.
- Nem-ionizáló sugárzások, fotobiofizika, környezeti hatások.
- Ionizáló sugárzások (röntgen-, gamma- és részecskesugárzás) és kölcsönhatásuk az élő anyaggal. CT, SPECT, PET, MRI és ultrahangos módszerek alapjai. A dozimetria és a sugárvédelem alapfogalmai.
- Transzportfolyamatok, áramlás, diffúzió, transzportfolyamatok általános leírása. Nem-egyensúlyi termodinamika alapjai. Ingerületi folyamatok, érzékszervek biofizikája: látás, hallás, szaglás és ízlelés biofizikai vonatkozásai. Molekuláris biomechanika.
- Optikai spektroszkópiai és diffrakciós módszerek. Modern mikroszkópiai módszerek: lézer csipesz, konfokális mikroszkóp, kétfotonos mikroszkóp, FRET, FCS.

Rendszerélettani alapismeretek

([BMEVIEUM200](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 2., 3/0/2/v/6 kredit, SE)
műszaki alapképzettségű hallgatók számára

1. A tantárgy célkitűzése

Műszaki alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani az ember élettanába.

2. A tantárgy tematikája

Ismertetésre kerülnek az emberi test sejtjeinek, szerveinek és szervrendszereinek alapvető élettani folyamatai. Tárgyaljuk a sejtszabályozás, a membránelektromosság, az izomműködés, a vérkeringés, a légzés, a táplálkozás és tápanyag-feldolgozás, a kiválasztás, a hormonális szabályozás az érzékszervi és idegrendszeri működés főbb jelenségeit és a közöttük lévő összefüggéseket. Bemutatjuk a fontosabb tudományos és klinikai diagnosztikus vizsgálatok élettani alapjait. A rendszerélettani szemléletet követve tárgyaljuk a test homeosztázisának meghatározó szabályozási köreit, azok módosulásait különböző élettani és népegészségügyi szempontból fontosabb kórállapotokban. A hallgatók előtt így ismeretessé válnak a gyakrabban végzett tudományos, klinikai diagnosztikus mérések és terápiás beavatkozások élettani háttérfolyamatai. Képesse válnak arra, hogy ilyen műszerek, mérési feladatok, adatkezelési-feldolgozási feladatok fejlesztése, tervezése, kivitelezése, a berendezések beüzemeltetése és működtetése során az érintett élettani mechanizmusokat áttekinthessék, és az orvosi valamint műszaki szakértők közötti nélkülözhetetlen kommunikációt megvalósítsák.

Matematika M1

([BMETE90MX31](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1., 3/3/0/v/7 kredit, TTK)
orvosi alapképzettségű hallgatók számára

1. A tantárgy célkitűzése

Orvosi alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani a szaktárgyakban felhasználásra kerülő matematikai fogalmakról és számításokról.

2. A tantárgy tematikája

Műveletek vektorokkal és mátrixokkal. A térbeli analitikus geometria elemei. Komplex számok. Valós számsorozatok. Egyváltozós függvények. Az elemi függvények deriváltjai. A Riemann- integrál fogalma. Lineáris tér, függetlenség, bázis, dimenzió. Sajátérték, sajátvektor fogalma. Elsőrendű szeparálható és lineáris differenciálegyenletek megoldása. Másodrendű lineáris, állandó együtthatós

differenciálegyenletek megoldása. Kettősintegrál fogalma, létezésének elégséges feltétele, kiszámítása, alkalmazása. Hármásintegrál fogalma, létezésének elégséges feltétele, kiszámítása, alkalmazása. Integráltranszformációk. A vektoranalízis elemei. Görbementi és felületmenti integrálok. Divergencia, rotáció, Gauss - Osztrogradszkij tétel, Stokes tétel. Numerikus sorok. Függvénysorok, hatványsorok. Taylor sor. Fourier sor. Fourier transzformáció. Laplace transzformáció. Parciális differenciálegyenlet.

Funkcionális anatómia

([BMEVIEUM121](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1., 4/0/1/v/6 kredit, SE)
műszaki alapképzettségű hallgatók számára

1. A tantárgy célkitűzése

Műszaki alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani. A funkcionális anatómia az egészségügyimérnök-képzés természetes alapja, az emberi test szerkezetének funkcionális szemléletű bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

A program 14x4 órában, egymásra épülő logikával tárgyalja a szervrendszerek (vázlatos) fejlődését, makro- és mikroszkópos funkcionális morfológiáját és életszerű példákkal utal a diagnosztika, gyógyítás, rehabilitáció, munkaélettan és sportorvoslás, valamint az ergonómia és bionika anatómiai alapjaira. Bevezető, a funkcionális anatómia szemlélete. Általános egyedfejlődés. Csonttan. Az ízületek funkcionális anatómiája. Csontfejlődés, sérülések, rehabilitáció. A vázizomzat funkcionális anatómiája. Keringés I. - A szív-műtétek és rehabilitáció. Keringés II. - A nagyvérkör, nyirokkeringés. A légzőrendszer. Az emésztőrendszer. Az urogenitalis rendszer. Az idegrendszer fejlődése és makroszkópiás leírása. A gerincvelő funkcionális szerkezete. Az agytörzs és agyidegek. A köztiagy, látó- és hallórendszer, neuroendokrin szabályozás. A testtartás és az adaptív mozgásszabályozás. A féltekék funkcionális anatómiája.

Fizika M1

([BMETE13MX05](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 2., 2/2/0/v/5 kredit, TTK)
orvosi alapképzettségű hallgatók számára

1. A tantárgy célkitűzése

Orvosi alapképzettségű hallgatók számára alaptárgyi bevezetőt nyújtani a szaktárgyakban felhasználásra kerülő fizikai fogalmakról és számításokról.

2. A tantárgy tematikája

Kinematikai alapfogalmak. Erő és tömeg, Newton-törvények, munka, energia. Pontrendszer mozgása, megmaradási törvények. Hőmérséklet, gáztörvények, a kinetikus gázelmélet alapjai. Belső energia és hő, a hőtan alaptörvényei. Hőtranszport. Halmazállapot-változások. Az elektromos erőter jellemzése és alaptörvényei. Az elektromos áram. A mágneses erőter jellemzése és alaptörvényei. Időben változó elektromágneses erőter. Harmonikus-, csillapodó- és kényszerrezgés. A hullám fogalma, harmonikus hullám. Hullámok terjedése, interferencia, állóhullámok. Hullámok elhajlása. Elektromágneses hullámok, elektromágneses spektrum. Fényelhajlás, fénypolarizáció, diszperzió, a színeképelemzés alapelve. Az elektromágneses hullám részecske jellege, a foton. Részecskék hullámszerű viselkedése. Atommodellek, atomi energianívók, atomi fénykibocsátás és fényelnyelés. Az atommag összetétele és sajátosságai.

Folyamatszabályozás

([BMEVIIM158](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 2., 2/2/0/v/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Szabályozástechnikai és irányítástechnikai alapfogalmak megismertetése és ezek alkalmazásának bemutatása példákon keresztül.

2. A tantárgy tematikája

Történeti áttekintés. Irányítástechnikai alapfogalmak. Zárt szabályozási rendszerek jelátviteli tulajdonságai. Szabályozási rendszerek stabilitásvizsgálata. Stabilitásvizsgálat Bode-diagramokkal. Strukturális és feltételes stabilitás. Paraméteroptimalizálás. Optimalizálási kritériumok. Integrálkritériumok. Optimalizálási kritériumok számítása. Szabályozók optimális paramétereinek beállítása. Nemlineáris szabályozási rendszerek. Mintavételező rendszerek. A z transzformáció és az inverz z transzformáció. Az Állapottér-módszer, állapotegyenletek. A megfigyelhetőség és az irányíthatóság. Többparaméteres kapcsolt szabályozások (TKSz)

Biomechanika

([BMEEOTMOM04](#), szemeszter - őszi kezdés: 3., tavaszi kezdés: 3., 2/2/0/v/5 kredit, ÉMK)

1. A tantárgy célkitűzése

A mechanika élettani folyamatokban történő alkalmazásának és alkalmazhatóságának bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

Elemi statikai összefüggések. Mechanikai rendszerek egyensúlyának vizsgálata. Külső és belső reakciók számításának alapelvei statikailag határozott szerkezeteken. Az igénybevételek fogalma. Az igénybevételek közötti matematikai kapcsolatrendszer. A feszültségek és alakváltozások definíciója. Egyensúlyi, geometriai és anyagmodell egyenletek. A mechanikai egyenletek megoldásának alapvető módszerei. Anyagmodellek típusai. A hiperelasztikus modellcsalád alkalmazási területei és fontosabb típusaik. Képlékeny viselkedés leírása. Az időfüggő anyagmodellek fontosabb típusai. A mechanikai feladatok peremértékfeladat típusú megfogalmazása és néhány alapvető szerkezet analitikus megoldása. Mechanikai feladatok variációs megfogalmazása és megoldása. A potenciális energia minimumának tétele. A Galjorkin- és a Ritz-módszer. A végeselemes megoldás alapelvei. Folyadékok áramlásának alapegyenlete, stacionárius áramlás csőhálózatokban. Veszteséges áramlások rugalmas és merev csövekben, instacionárius áramlások. Vérkör modellezése, nyomás és áramlássebesség mérése. Véráramlások vizsgálata és mérési módjai. Dinamikai alapelvek. Az emberi test lehetséges és használatos modelljei. A test súlypontjának és súlyponti tehetetlenségi mátrixának meghatározása. Mozgások kinematikai elemzése. A gyakorlatban használt számítógépes rendszerek. Felvételkedés és kiértékelés. Online gerincvizsgálatok. A mellkas és a has ütközésének biomechanikai modellezése. A rezgések hatása.

IV. Gazdasági és humán ismeretek

A gazdasági és humán ismeretek tantárgycsoportban a hallgatóknak két tantárgyat kötelező jelleggel, egyet az alábbi listából választva kell felvenniük.

Tárgy neve	Tantárgykód	Kötelező/választható
Minőségmenedzsment	BMEGT20M002	kötelező
Az orvostudományi kutatások etikai kérdései	BMEVIEUM300	kötelező
Diagnosztika és készségfejlesztés szimulátorokkal	BMEGT52M400	választható
Érvelés és tárgyalástechnika	BMEGT41M400	választható
Mérnöki menedzsment	BMEVITMMB03	választható

A mobilitási ablak félévében a tanulmányaikat külföldön teljesítő hallgatók a kötelezően választható tantárgyat vagy megfelelő kiváltó tantárggyal, vagy online módon teljesíthetik (a tantárgy online teljesítése a félév indulása előzetes egyeztetést igényel az oktatóval).

Minőségmenedzsment

([BMEGT20M002](#), szemeszter - őszi kezdés: 3., tavaszi kezdés: 3., 2/0/0/f/2 kredit, GTK)

1. A tantárgy célkitűzése

A minőségmenedzsment alapelveinek és az alkalmazott minőség rendszerek fontosabb jellemzőinek bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

Minőségmenedzsment rendszerek helye, szerepe a vállalatok, intézmények vezetési rendszerében. Minőségfilozófiák, minőségiskolák. Minőségmenedzsment rendszerek alapelvei. A termelő vállalatoknál és a szolgáltató szervezeteknél alkalmazott minőség rendszerek fontosabb jellemzői. A Total Quality Management alapelvei és fontosabb módszerei. A TQM vezetési filozófia alkalmazási lehetőségei, azonosságok és eltérések a termelő szervezetekben és a szolgáltató szektorban. A vevőközpontúság alapjai és módszerei. Folyamatmenedzsment alapjai és szerepe a minőségmenedzsment rendszerekben. A teljesítmények mérése, indikátorok szerepe a folyamatok folyamatos fejlesztésében. A dolgozók felhatalmazásának és bevonásának elve és módszerei. A vezető szerepének meghatározása és módszerei a TQM (kiválósági) kultúra kialakításában és fejlesztésében. Minőség költségek elemzése, a minőség gazdaságossági szempontjai. Az önértékelési (EFQM, CAF) modellek alapjai és alkalmazása a vállalati működés folyamatos fejlesztésére.

Az orvostudományi kutatások etikai kérdései

([BMEVIEUM300](#), szemeszter - őszi kezdés: 3., tavaszi kezdés: 1., 3/0/0/v/4 kredit, SE)

1. A tantárgy célkitűzése

Az orvosi tudományos kutatások etikai kérdéseinek és a kapcsolódó jogi szabályozásnak a bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

Az orvos-beteg kapcsolatnak a jogrendszer kategóriái közé szorítása, polgári jogi fogalmakkal való leírása nagyon nehéz feladat, hiszen ez a jogviszony egyetlen szerződéstípusba sem sorolható be. Mégis, legközelebb a megbízási szerződéshez áll, hiszen a megbízási szerződés számos eleme megtalálható az orvos-beteg kapcsolatban is, ezért ezt a jogviszonyt általában „megbízásszerű” jogviszonyként szokták leírni. A megbízási szerződés tipikus gondossági kötelelem, tehát az orvos a gondos eljárásra, és nem valamely eredmény létrehozására vállal kötelezettséget.

Jogi ismeretek. Az orvosi jogviszony elméleti alapjai. Az egészségügyi ellátórendszer működésének jogszabályi háttere. Az orvosi felelősség. A betegek jogai. Az orvosok jogai és kötelezettségei. Az szerv- és szövetátültetésekkel kapcsolatos előírások. Az emberen végzett orvostudományi kutatások szabályozása.

Orvosi etika, bioetika. A hagyományos orvosi etika. Az orvosi és bioetika Magyarországon. A bioetika legfontosabb témái.

A társadalombiztosítási jog. A társadalombiztosítási törvény felépítése. A társadalombiztosítási szolgáltatások. Biztosítási orvosi ismeretek. Az orvos felelőssége és kötelezettsége.

Diagnosztika és készségfejlesztés szimulátorokkal

([BMEGT52M400](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 4., 2/1/0/v/4 kredit, GTK)

1. A tantárgy célkitűzése

Áttekintést adni a szimulációs módszerek alkalmazási lehetőségeiről az ember fiziológiai sajátosságainak és pszichológiai képességeinek diagnosztizálásában, továbbá munkaköri alkalmasságának előrejelzésében, valamint szenzomotoros és kognitív képességeinek, készségeinek fejlesztésében.

2. A tantárgy tematikája

A bevezető jellegű elméleti módszertani ismereteket kiegészítik a különféle szimulátor-alkalmazási példákat bemutató esettanulmányok és helyszíni látogatások, elsősorban a közlekedés, valamint a folyamatirányítás területén alkalmazott szimulátoroknál.

A szimulált valóság-helyzet, mint a valóság adott szeletének modellezése. A szimuláció valósághűsége: fizikai, funkcionális és pszichológiai hűség. A szimulátorok gyakorlati alkalmazása: a főbb felhasználási területek, az alkalmazás előnyei és nehézségei.

A humán teljesítménymérés és értékelés elvi, módszertani kérdései.

Érvelés és tárgyalástechnika

([BMEGT41M400](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 4., 2/1/0/v/4 kredit, GTK)

1. A tantárgy célkitűzése

Az érvelések megértéséhez, elemzéséhez, értékeléséhez és kritikájához szükséges módszerek bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

Az érvelések vagy indoklások két szempontból játszanak kiemelkedő szerepet: egyrészt, a döntések során az alternatívák közül aszerint választunk, hogy mi szól mellettük és ellenük, másrészt, az álláspontunkat indokolni és másokkal elfogadtatni érvelések segítségével tudjuk. Az érvelés tehát a racionális döntés, valamint a helyes álláspont kialakításának és elfogadtatásának eszköze.

A kurzus során a résztvevők megismerkedhetnek az érvelések megértésének, elemzésének, értékelésének és kritikájának módszereivel, valamint ezek alkalmazási lehetőségeivel. A képzésen különös gondot fordítunk a hibás, de gyakran meggyőzőnek tűnő – ezért veszélyes és félrevezető – érvelések vizsgálatára.

A tárgyalás az érdeklődések feloldásának leghatékonyabb eszköze. Egy konfliktus során az érdekek leginkább úgy érvényesíthetők, ha az egyik fél elfogadja a másik fél javaslatát a sajátja ellenében, vagy a tárgyaló felek közösen találnak olyan megoldást, amely mindkettőjük érdekeinek (leginkább) megfelel.

A képzés során mindkét eset elméleti és gyakorlati vizsgálatára sor kerül: áttekintjük a tárgyalás szokásos modelljeit és stratégiáit, bemutatjuk a tárgyalásnak – az érdekérvényesítésnek – az együttműködésen alapuló modelljét. Megvizsgáljuk a tárgyalási folyamat kezelésének gyakorlati eszközeit, amelyek a legfontosabbak a szokásos munkahelyi tárgyalások eredményessége szempontjából.

Mérnöki menedzsment

([BMEVITMMB03](#), 4/0/0/v/4 kredit, TMIT)

A tantárgy az őszi félévekben magyar, a tavaszi félévekben angol nyelven indul.

1. A tantárgy célkitűzése

A hallgatók megismerik a technológia- és innováció- menedzsment módszereket, az üzleti stratégiákat, a jellemző mérnöki vezetői szerepeket, helyzeteket és eszközöket. A sajátos technológiai és piacszabályozási elvek alapján lássák az új termékek és technológiák piacra lépésének és piaci elfogadtatásának folyamatát.

2. A tantárgy tematikája

A mérnöki menedzsment helye, szerepe, területei. Az információs, kommunikációs és elektronikus média technológia sajátosságai, átfogó trendjei, mérnöki menedzsmentje.

A stratégiai menedzsment szerepe, üzleti stratégiák tervezésének és követésének módszerei. Összetett mérnöki döntési problémák megoldása.

Szervezetek vezetése, mérnöki vezetői szerepek és feladatok, vezetési helyzetek és módszerek. Szervezetek életciklusa, döntési kultúrája, változtatások menedzselése.

Tudásmenedzsment folyamatok. Szellemi vagyon védelmének alapelvei.

Technológia- és innovációmenedzsment. A technológia előrejelzés, tervezés, bevezetés és váltás módszerei. A termékfejlesztés és piaci elfogadás folyamata, szervezeti és finanszírozási formái, eszközei.

Technológiai, üzleti és innovációs stratégiák, döntési modellek, termékciklus menedzsment módszerek. Üzleti folyamatok menedzselése.

Az információs-, kommunikációs és média szektor technológia és piac szabályozásának céljai, elvei és modelljei. A verseny és a konvergencia kibontakoztatásának szabályozási feladatai. Az elektronikus hálózatok és szolgáltatások, az informatika és a média közösségi és hazai keretszabályozása. Spektrum- és azonosítómenedzsment, szolgáltatók együttműködésének szabályai, alkalmazások biztonság- és tartalomszabályozása.

V. Szakmai törzsanyag

A szakmai törzsanyag a következő tantárgyakból áll:

Tantárgy neve	Tantárgykód	Kötelező/választható
Klinikai műszeres diagnosztika és terápia	BMEVIEUM122	kötelező
Műszaki és biológiai rendszerek elmélete	BMEVIIM123	kötelező
Orvosbiológiai mérés technika	BMEVIMIM202	kötelező
Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok	BMEVIMIM301	kötelező

Klinikai műszeres diagnosztika és terápia

([BMEVIEUM122](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 2., 2/2/0/v/5 kredit, SE)

1. A tantárgy célkitűzése

Az orvos által fizikális vizsgálattal nem követhető változások műszeres diagnosztikai módszereinek bemutatása. A hallgatókat elsősorban a klinikai szemlélettel kívánjuk megismertetni. Erre alapozva, mind a terápiás módszerek sokaságának, mind az egyes terápiás eszközök fejlesztésének és alkalmazásának bemutatása.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés. Testméretek mérőeszközei. Lehetőségek és határok a diagnosztikában és terápiában, terápiás eszközök ipari előállítása relatíve kis számban. Testmagasság, testsúlymérés eszközei, bőrvastagság- és zsírrétegvastagságmérő eszközök, koponyaméretek, gerinchajlás (elhajlás), ízületi kiterés mérő eszközei, röntgen. Vérkeringési rendszer mérései. Diagnosztika: szív elektrográfia, ultrahang (ECHO), vértér fogat, véráramlás és vérnyomásmérés. Terápia: operálható szívbetegségek, szívizom biopszia, billentyűtágítás ballonos szívkáterrel, értágítás periférián coronaria, alvadás, viszkózitás, vérgázelemzés. Légzési rendszer. Diagnosztika: légzési térfogatok, légzési áramlás mérése, légúti és intrathoracalis nyomásmérés. Terápia: bronchoszkópia, pleuroszkópia, mediastinoscopia, biopszia, pleuraür szívás, respirátorok. Emésztőrendszer. Diagnosztika: endoszkópiák (oesophagus, gastro, jejuno, colono, recto). Terápia: endoszkópos sebészeti terápia. Idegrendszer. Diagnosztika: elektroencefalográfia, mágneses magrezonancia vizsgálat, komputer tomográfia, célzókészülékek, elektróda diagnosztika, MAP-technika. Pótlás. Szerv-, szövet- és funkciópótlás (műszív, művese, PM, érprotézis). Méret, funkció, szövetbarát tulajdonság, energiabiztosítás, költség. Invazív műszeres terápia. Invazív műszeres gyógyítási technikák (intervencionális radiológia). A három egyetemről meghívott előadók előadásuk elektronikus változatát kérésre a hallgatók számára rendelkezésre bocsátják jegyzetként.

Műszaki és biológiai rendszerek elmélete

([BMEVIIM123](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1., 2/2/0/f/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Rendszerszemléletű ismeretanyag átadása a hallgatóknak az élettani folyamatok méréses meghatározásához. Bemutatja a diagnosztikai és kísérleti vizsgálatok tervezésének és kiértékelésének elméleti módszereit és azok számítógépes realizációját.

2. A tantárgy tematikája

A fiziológiai méréselmélet alapfogalmai. Jelek alapvető leírási módjai. Fiziológiai folyamatoknál a mérési eljárások tervezése. Szűréselmélet és alkalmazása. Szűrési algoritmusok és azok számítógépes realizációja. Mérési adatok feldolgozásának alapvető módszerei. A leíró statisztika alapfogalma. Sokaság és minta, a statisztikai következtetés alapjai. Varianciaanalízis. Változók összefüggéseinek vizsgálata.

Főkomponens és faktoranalízis, korrespondenciaanalízis. Klaszter- és diszkriminanciaanalízis. Többdimenziós skálázás. Számítógépes statisztikai programcsomagok. Kompartment analízis matematikai alapjai. Élettani folyamatok leírása kompartment analízis segítségével. Zárt-és nyitott rendszerek, valamint különböző kapcsolatok leírása. Inhomogenitás. Kompartment analízis alkalmazástechnikája. Számítógépes programcsomagok és alkalmazásuk. Inverz probléma vizsgálata. Paraméterbecslés és folyamatidentifikáció. Különböző megoldási elvek ismertetése. Élettani folyamatok identifikációja. Néhány tipikus alkalmazás. Számítógépes programcsomagok és alkalmazásuk. Fuzzy rendszerek. Következtése térben és időben. Tanuló rendszerek. Biofuzzy és alkalmazása. Mesterséges mozgás és látás. Mesterséges intelligencia alapjai. Szakértői rendszerek alapjai. Mesterséges neurális hálózatok. Neurális hálók és fuzzy rendszerek. Párhuzamos algoritmusok implementálása, hardveres és szoftveres realizálás.

Orvosbiológiai mérés technika

([BMEVIMIM202](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 2., 2/2/0/f/5 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A biológiai jelek méréséhez szükséges jelátalakítók bemutatása és a hozzájuk kapcsolódó készülékek funkcionális ismertetése, ideértve mind a jellemző hardver egységeket mind az elterjedten használt jelfeldolgozó algoritmusokat.

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés

A tantárgy kapcsolódási pontjai: egészségügy, műszergyártás. Jeltartományok, jeltípusok, közvetlen és közvetett mérések. Zajok, zavarok.

Jelátalakítók

Elektródok: típusok, helyettesítő képek. Nem villamos mennyiségek villamos jellé alakítása: elmozdulás, nyomás, erő, áramlási sebesség, hőmérséklet. Linearizálás, dinamikus tulajdonságok vizsgálata.

Biológiai jeleket feldolgozó erősítők

Jelhozzávezetés, bemeneti fokozat, védelem, galvanikus elválasztás, zajelnyomás, szelektív fokozatok.

Biztonságtechnika

Az áram fiziológiai hatása. Az áramutak létrejötte. Védekezés a nem kívánatos áramutak ellen. Szabványok.

Elektronikus jeleket feldolgozó orvosi készülékek bemutatása

A készülékek funkcionális blokkvázlata. Digitalizálás, adattömörítés, lényegkiemelés. Az eredmények reprezentálása. Készülék-specifikus jelfeldolgozás. Távmérés. A bemutatandó készülékek:

Elektrokardiográfok. Pacemakerek. Defibrillátorok. Elektroencefalográfok. Elektromiográfok. Stimulátorok. Vérnyomás- és pulzusmérők. Légzési paramétereket mérő készülékek. Impedanciamérők, pletizmográfok. Őrző készülékek. Dializátorok. Hallásvizsgálók. Laboratóriumi készülékek. Ultrahangot használó készülékek.

Képkötő berendezések.

Mozgásanalízis.

Orvosi készülékek ellenőrzése.

Orvosbiológiai számítógépes gyakorlatok

([BMEVIMIM301](#), szemeszter - őszi kezdés: 3., tavaszi kezdés: 3., 0/0/4/f/5 kredit, MIT, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Az élettani folyamatok méréses meghatározása, szimulációja, identifikációja. Ezek bemutatásához különböző élettani folyamatokkal foglalkozik.

2. A tantárgy tematikája

Folyamatidentifikáció, folyamatszimuláció, EKG jelfeldolgozás, EEG jelfeldolgozás, vérnyomásmérés, ultrahang echokardiográfia, polysomnográfias felvételek kiértékelése.

Alkalmazási példa: Vércukormérés - bemutató mérés.

VI. Differenciált szakmai ismeretek

A differenciált szakmai ismeretek tantárgycsoportban a hallgatóknak az ismeretek egy részét – 10 kredit kiméretben – önálló munkával, megfelelő oktatói konzultációval segítve kell elsajátítaniuk. Ennek során minden hallgató személyre szabott feladatot kap. Az önálló feladat kijelölése, az ehhez nyújtott konzultáció ad lehetőséget a tehetségekkel való foglalkozásra. A hallgatók az önálló munka keretében elkezdett szakmai tevékenységet a diplomatervezés (30 kredit) során folytathatják.

Tárgy neve	Tantárgykód	Kötelező/választható
Önálló munka 1.	BMEVIEUM821	kötelező
Önálló munka 2.	BMEVIEUM871	kötelező

A két félévben folytatott önálló munkán túl két tantárgyat kell választaniuk az alábbi listából.

Tárgy neve	Tantárgykód	Kötelező/választható
Beszéd- és hallásdiagnosztika	BMEVITMM203	választható
Biokompatibilis anyagok	BMEGEMTMVV1	választható
Biotechnológia	BMEVEMBM700	választható
Egészségügyi informatika és biostatisztika	BMEVIMIM206	választható
Érzékelők az orvosbiológiában	BMEVIETM205	választható
Gyógyszerészeti biotechnológia	BMEVIEUM206	választható
Orvosi képfeldolgozás	BMEVIMM207	választható
Orvosi optikai műszerek	BMEGEMIMEM1	választható
Virtuális műszerezés az egészségügyi mérnöki gyakorlatban	BMEVIEEM208	választható

A mobilitási ablak félévében a tanulmányaikat külföldön teljesítő hallgatók a kötelezően választható tantárgyat vagy megfelelő kiváltó tantárggyal, vagy online módon teljesíthetik (a tantárgy online teljesítése a félév indulása előzetes egyeztetést igényel az oktatóval).

Beszéd- és hallásdiagnosztika

([BMEVITMM203](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/2/0/v/5 kredit, TMIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Megismertetni a hallgatókkal a beszéd és hallászavarok diagnosztizálására és csökkentésére szolgáló modern, hatékony műszaki eszközöket, berendezéseket, eljárásokat.

2. A tantárgy tematikája

A tantárgy tárgyalja az emberi kommunikációban lényeges szerepet játszó két szervcsoport, a beszédszervek, valamint a hallás és beszédészlelés folyamataiért felelős szervek, és azok működését vezérlő idegi folyamatok működését. Áttekintést ad a beszéd, a hallás, a beszédfeldolgozás tipikus zavarairól. Részleteiben tárgyalja a zavarokat diagnosztizáló, és a zavarokat csökkentő eljárásokat, eszközöket, számítógépes módszereket, azok működési korlátait, alkalmazási problémáit. Kitér a különböző implantációs módszerekre, az implantáció utáni rehabilitációs eljárásokra. Gyakorlati foglalkozások részben a BME TMIT Beszédausztikai laboratóriumában fognak folyni, részben speciális szakemberek bevonásával audiológiai állomáson, foniáter szakrendelésen.

Biokompatibilis anyagok

([BMEGEMTMVV1](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/2/0/v/5 kredit, GPK)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célkitűzése: az élő szervezetbe beültethető mesterséges anyagok tulajdonságainak, és a beültetés következményeinek megismertetése.

2. A tantárgy tematikája

Elvárások az élő szervezetbe beépített anyagokkal szemben. Bioaktív anyagok. Biodegradáció. Az anyagválasztás szempontjai és problémái. Az idegen anyagok és a testnedvek kölcsönhatásai. A biokompatibilitás problémaköre, definíciói. In-vitro vizsgálatok alkalmazhatósága. Sebészeti fém és ötvözet alapú implantátumok anyagai. Tulajdonságok (szilárdsági, kifáradási, kopásállósági, korróziós) és az ezeket meghatározó tényezők. Intelligens anyagok. Alakmemóriával rendelkező ötvözetek orvosi alkalmazásai. Fogászati és sebészeti alkalmazások. Kerámia, üveg és fém-kerámia implantátumok. Alapfogalmak, definíciók. Bioinert és bioaktív kerámiák. Bioaktív üvegek. Fogászati segéd és pótlóanyagok. Ötvözetek, amalgámok, kerámiák, polimerek. Speciális felületelőkészítő technológiák. Implantátumok esetén alkalmazott felületvizsgálati módszerek. Orvosi eszközök, elektródák és szenzorok speciális anyagai. Mérő és vezérlő elektródák. Szívritmus-szabályozók, defibrillátorok. Érsebészeti implantátumok, haemodinamikai modellek. A véráramba ültetett implantátumok fajtái, anyagai és funkciójuk. Az implantátumok várható élettartamát meghatározó főbb tényezők. Az anyagok degradációja, korróziója. Az implantátumok tesztelésének módszerei. Mesterséges és természetes csontpótló anyagok. A csontiányok pótlása: a csontiányok helye, a defectusok eredete. Spontán gyógyulás. A defectusok művi kitöltése.

Biotechnológia

(BMEVEMBM700, szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/2/0/v/5 kredit, VBK)

1. A tantárgy célkitűzése

Megismertetni a hallgatókat a modern és klasszikus biotechnológia alapjaival és alkalmazásának lehetőségeivel. Bemutatni a biotechnológiai (termelő) eljárások műveleti hátterét, valamint néhány típus technológiát (esettanulmányok mentén).

2. A tantárgy tematikája

Bevezetés. Biokémiai áttekintés. A génmódosítás biológiai, biokémiai alapjai. DNS replikáció, transzkripció, transláció, homolog rekombináció. Azonosságok és különbségek prokariótákban és eukariótákban. A gén fogalma, azonosítása biológiai, fizikai és informatikai módszerekkel. A génműködés szabályozása és vizsgálati módszerei. A génklónozás eszköztára: enzimek, vektorok, gazdák. A rekombináns DNS technikák alkalmazási lehetőségei ipari törzsek nemesítésénél. Génkönyvtárak készítése és felhasználása.

Heterológ fehérjék termeltetése. Enzimológiai alapismeretek, enzimek alkalmazása. Fermentációs alapismeretek: tenyésztési technikák, sterilizálás és containment. Fermentációs és biotranszformációs technológiák. (Aminosav, szerves sav, antibiotikum. Biotranszformáció.) Biológiai biztonság alapjai.

Egészségügyi informatika és biostatisztika

([BMEVIMIM206](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/1/1/v/5 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

Az átfogó, heterogén, nagy mintaszámú egészségügyi adatok a standard klinikai adatok mellett egyre nagyobb mértékben tartalmaznak életmódra és környezetre vonatkozó adatokat, illetve molekuláris biológiai adatokat, ami mind információ technológiai, mind statisztikai szempontból is új kihívásokat jelent.

Az egészségügyi informatika számára új feladat a teljes körű egészségügyi, klinikai és gyógyszerfogyasztási adatok szinkronizált gyűjtése, amely ráadásul kiegészül olyan valós életből származó adatokkal, mint a viselhető elektronikai eszközök és a támogatott életviteli technológiáknak az adatai.

Az így előálló nagy mennyiségű, többértékű, sok ponton keresztkapcsolt, átfogó adathalmaz statisztikai és adatbányászati elemzése mind az egyén, az orvos, a biztosítók és a gyógyszeripar számára is vitális információkat biztosíthat. Ennek azonban feltétele ezen új adatokra is alkalmazható vagy éppen célzottan erre kifejlesztett adatelemzési eljárások használata.

A tantárgy ezen új, egészségügyi adatok által meghatározott szempontból ismerteti az informatikai és statisztikai megoldásokat.

A tantárgy a következő kompetenciák elsajátítását teszi lehetővé:

- biostatisztikai alapfogalmak és módszerek ismerete
- orvosi kódrendszerek, ontológiák kezelése
- adatmérnöki folyamatok tervezése
- az R statisztikai adatelemzési nyelv alkalmazása
- orvosi döntéstámogató rendszerek kialakítása

2. A tantárgy tematikája

1. Az R adatelemzési nyelv alapjai I.
2. Az R adatelemzési nyelv alapjai II.
3. Biostatisztikai alapok I. Statisztikai minta, mintavételezés, statisztikai erő számítása, populációk összehasonlítása.
4. Biostatisztikai alapok II: hipotézistesztesztelés és konfidencia-intervallumok, gyakori statisztikai tesztek.
5. Biostatisztikai alapok III: Túlélési elemzés.
6. Biostatisztikai alapok IV: a bayesi megközelítés.
7. Biomarker kutatás: biomarker típusok, a jegykiválasztási probléma.
8. A többszörös hipotézistesztesztelési probléma és megoldásai.
9. Dimenziócsökkentés és klaszterezés.
10. Prediktív módszerek: regressziós modellek, döntési fák.
11. Hálózati medicina és rendszerbiológia.
12. Kísérlettervezés és orvosi döntéstámogatás.
13. Egészségügyi kódrendszerek: genetikai és fenotípusos leírók, betegségek, gyógyszerek, diagnosztikai tesztek, képalkotó eljárások, beavatkozások kódrendszerei.
14. Egészségügyi és gyógyszeripari rendszerek, folyamatok, szereplők és informatikai támogatásuk.

A tantárgy keretén belül vizsgált alkalmazási területek

- Klinikai laboratóriumi diagnosztikai adatok és elemzésük
- Genetikai adatok és elemzésük
- Farmakovigilanciái adatok és elemzésük, beteggyüttműködési modellek, gyógyszerkutatói módszerek
- Orvosi képalkotó és képfeldolgozási eljárások
- Otthoni életvitelt támogató és viselhető egészségügyi elektronikai eszközök

Érzékelők az orvosbiológiában

([BMEVIETM205](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1./3., 2/2/0/v/5 kredit, ETT)

1. A tantárgy célkitűzése

Az orvosbiológiai célú érzékelők tulajdonságainak ismertetése, az érzékelők alkalmazásához szükséges feltételek elemzése.

2. A tantárgy tematikája

Az érzékelők fogalma, felosztása, jellemzői, intelligens és integrált érzékelők, újszerű követelmények. Speciális anyagtipusok és technológiák. Eszközstruktúrák az érzékelőkben: impedancia szerkezetek, félvezető eszközök, elektrokémiai cellák, kalorimetrikus, rezonátor és száloptikai típusok. A jelátalakításra alkalmas alapjelenségek. Termorezisztív és termoelektromos, piroelektromos effektus, piezoelektromos, piezorezisztív effektus, kapacitásváltozás, elektretrek, töltésselváltás Hall-efektus, magnetorezisztív effektus, hatás a szupravezetésre, termikus és kvantum effektusok. A kémiai jelátalakítás molekuláris kölcsönhatásai: adszorpció, abszorpció, ioncserélődés, a kémiai optikai jelátalakítás lehetőségei, bioérzékelők alapjai. Fizikai érzékelők és alkalmazásai az orvosbiológiában: hőmérsékletérzékelők és egyéb alkalmazásai, mechanikai érzékelők, ultrahang érzékelők az echográfiában, nukleáris detektorok a radiológiában, mágneses érzékelők, áramlásmérés. Kémiai érzékelők és alkalmazásai az orvosbiológiában: a vérbeli gázkoncentrációk és pH érzékelői (invazív és transzkután elektrokémiai érzékelők, optikai szálas érzékelők, kombinált típusok), oximetria, ionszelektív érzékelők, pH-mérés az emésztőrendszerben, szöveti pH/pO₂ meghatározása és feltérképezése. Bioérzékelők: enzimatis ill. biokatalitikus érzékelők (alapelvek, glukóz érzékelők, további biokatalitikus érzékelők, affinitás bioérzékelők (immuno-érzékelők, DNS-chipek), élő bioszenzorok.

Gyógyszerészeti biotechnológia

([BMEVIEUM206](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1./3., 2/2/0/v/5 kredit, SE)

1. A tantárgy célkitűzése

Azoknak a biotechnológiai ismereteknek az átadása, amelyek a gyógyászati szempontból fontos hatóanyagok termeltetésére irányulnak, különös tekintettel a természetes eredetű biológiailag aktív anyagokra.

2. A tantárgy tematikája

- *A biotechnológia fogalma, tárgya*
 - A biotechnológiát megalapozó kutatások. Történeti áttekintés
- *A növényi biotechnológia alapjai és gazdasági jelentősége*
 - Izolált növényi sejtek és szövetek tenyésztése és anyagcseréje.
 - Különböző típusú növényi sejt-, szövet- és szervtenyészetek
 - Gyógyászati hatóanyagok anyagcseretermékei *in vitro* termeltetése.
- *Farmakológiailag ható vegyületek termeltetése gyógynövény szövettenyészetekkel*
 - Azotoidok (pl. alkaloidok)
 - Fenoloidok (kumarinok, flavonoidok, antociánok, cserzőanyagok, antraglikozidok, stb.)
 - Terpenoidok (illóolajok, triterpének, tetraterpének, szívre ható glikozidok, stb.)
- *A szövettenyészetek hatóanyagképzésének fokozása*
 - Hormonális regulációval, elicitációval, biotranszformációval,
 - Mikrobiális géntranszformációval, stb.
- *Növényi géntechnológia alapjai*
 - A genetikai kód, génátültetés (közvetett génbevitel; *Agrobacterium* által közvetített génbevitel; vírus vektorok, valamint közvetlen génbeviteli technikák)

- **Géntechnológia a gyakorlatban**
 - Géntechnológián alapuló gyógyszergyártás (interferon, inzulin, SCP, stb.)
 - A jövő géntechnológiája. Erkölcsi kérdések. Milyen módon avatkozhat be az emberiség a természet rendjébe?
- **Új biotechnológiai technikák elterjedése a kutatásban és a gyógyszeripar területén**
 - Fermentációs eljárások. Speciális technológiák
 - Gazdasági kérdések

Orvosi képfeldolgozás

([BMEVIIIIM207](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/2/0/v/5 kredit, IIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A hallgatók példákon keresztül sajátítsák el a különféle modalitásokkal kinyert képek feldolgozásának legfontosabb lépéseit, rendre megvizsgálva az alkalmazhatóság előnyeit és korlátjait.

2. A tantárgy tematikája

- 2D/3D orvosi adatok forrásai: CT, MRI, PET, UH
- tomográfiás rekonstrukció matematikai háttere: 2D/3D Fourier transzformáció, Fourier vetítősík tétel, szűrt visszavetítés, algebrai rekonstrukció
- újrámintavételezés elmélete: konvolúciós szűrés, ideális és gyakorlati rekonstrukció, Nyquist-kritérium, ideális 2D/3D mintavételező rácsok
- szegmentálás, küszöbözés, régió növelése, morfológiai operátorok, neurális hálózatok alkalmazása, interaktív félautomata módszerek
- tömörítés: wavelet-transzformáció, vektorkvantálás, RLE
- indirekt vizualizáció: Fourier térfogat-vizualizáció, masírozó kockák (Marching Cubes) algoritmus, Monte Carlo térfogat-vizualizáció
- direkt vizualizáció: sugárkövetés (ray casting), pacázás (splatting), nyírás/torzítás transzformáció, 3D textúraleképzés
- virtuális endoszkópia: szegmentálás, középvonal keresése, navigáció
- illusztratív nem-fotorealistikus vizualizáció

Orvosi optikai műszerek

([BMEGEMIMEM1](#), szemeszter - őszi kezdés: 1., tavaszi kezdés: 1./3., 2/2/0/v/5 kredit, GPK)

1. A tantárgy célkitűzése

Az orvosi gyakorlatban előforduló optikai műszerek működési elveinek és felépítésének megismertetése. A program áttekintést tartalmaz a szemészeti optikai műszerekről és az orvosi lézerekről is, amelyek azonban részletesebben külön fakultatív tantárgyban szerepelnek.

2. A tantárgy tematikája

A geometriai optika alapfogalmai. Fókusz távolság, nagyítás, fényerő, numerikus apertura, feloldóképesség. A száloptikák. Fénytovábbító és képtovábbító szálak. Képkalkáló optikai elemek. Lencsék. Lencserendszerek, tükrök. Mikroszkópok. A mikroszkópi képkalkolás elve. Mikroszkóp objektívek, okulárok, tubusok, állványok. Monokuláris és binokuláris mikroszkópok. Sztereo-mikroszkópok. Különböző megvilágítások. Finompozicionálók. Az operációs mikroszkóp. Az endoszkópok. Képkalkálás, képtovábbítás, megfigyelés okulárral, spionnal, kamerával. Megvilágító rendszerek. Az endoszkópok manipulátorai. A biometria eszközei. Mérés katetométerrel. Sztereometria. Holográfia. A moiré-technika alkalmazása az ortopédiában. Lézerek az orvosi gyakorlatban. Lézerek fajtái. Terápiás lézerek, sebészeti lézerek. A lézergyén optikája. A lézerek biztonságtechnikája. A szem optikája. Szemüvegek,

kontaktlencsék. Szemvizsgáló berendezések. A színlátás optikája. A spektrofotometria. Spektrális mennyiségek mérése. Színszűrők, interferenciaszűrők, monokromátorok. Spektrofotométerek. Egyfényutas és kétfényutas spektrofotométerek. Minta-adagolók. Küvetták. Laboratóriumi minták spektrális értékelése. Az infraképtechnika. Termometria. A lumineszcencia. A polarimetria. Képfeldolgozás. Képfelvévők. Képdigitalizálók. A kép szűrése, tisztítása. Szegmentálás. Lényegkiemelés. Alakfelismerés. Geometriai torzítások. 3D mérés digitális képen.

Virtuális műszerezés az egészségügyi mérnöki gyakorlatban

([BMEVIEEM208](#), szemeszter - őszi kezdés: 0., tavaszi kezdés: 4., 2/2/0/v/5 kredit, EET)

1. A tantárgy célkitűzése

A kurzus célja, hogy az egészségügyi mérnökhallgatóknak bemutassa a mai modern műszerkezelés és virtuális műszerezés alapjait és felkészítse őket önállóan összeállított mérések elvégzésére. Így olyan általános műszerkezelési és mérésvezérlési alapra tesznek szert, amit a tanulmányaik és később ipari munkáik során alkalmazni tudnak. Az előadások során áttekintjük, hogyan lehet olyan alkalmazásokat készíteni, amikkel mérési adatokat tudunk gyűjteni, tárolni és feldolgozni, illetve a mérőberendezéseket szakszerűen vezérelni. Ismertetjük a fizikai műszerek vezérlési lehetőségeit, adatgyűjtők, mérőkártyák használatát és mindezek integrálási lehetőségeit virtuális környezetbe. A laboratóriumi mérések gyakorlat orientáltak, lehetőség szerint minden hallgatónak külön mérőkártya áll rendelkezésre.

2. A tantárgy tematikája

1. blokk: LabVIEW programozás ismeretek
 - a. Programozási alapok, adatgráf alapú programozás, LabVIEW alapok: objektumok, ciklusok, vezérlési szerkezetek (select, case), adattárolók (shift regiszterek)
 - b. Adatstruktúrák (tömbök, klaszterek, típusdefiníciók, egyedi vezérlők, tulajdonságok örökítése). Fájlfeldolgozás, fájlformátumok (bináris és szöveges fájlok, XML)
 - c. Állapotgépek. Párhuzamos adattanszfer (lokális és globális változók, funkcionális globális változók)
 - d. Szinkronizált adattanszfer (Notifier és Queue struktúra, VI időzítés), eseményvezérelt programozás
 - e. Objektum orientált LabVIEW
 - f. Mérésadatgyűjtés és kiértékelés, méréstervezés, DAQ architektúra, VISA architektúra. Adatgyűjtő rendszerek: RS232, GPIB, CAN, DAQmxg. Hibakezelés
2. blokk: mérésadatgyűjtés és jelfeldolgozás LabVIEW környezetben
 - a. Mérésadatgyűjtés általános elvei, impedancia illesztés, szimmetrikus és aszimmetrikus jelforrások, kvantálás, mintavételezés
 - b. Az egészségügyi mérnöki gyakorlatban előforduló jelek (EKG, EEG, respiratogram) kiértékelése LabVIEW környezetben: kvantálás, újramintavételezés, szűrés, ofszet kompenzáció, SNR mérése
 - c. Egészségügyi mérnöki képfeldolgozás lehetőségei LabVIEW környezetben: mintázat keresés, küszöbérték keresés, kontrasztosítás
3. blokk: Projekt készítés
 - a. A hallgatók feladata egy nyomásmérő szenzorral illetve NI-USB adatgyűjtő eszközzel (hallgatói páronként egy eszköz) megvalósított komplex adatgyűjtőkiértékelő rendszer megvalósítása
4. blokk: Házi feladat projekt: a hallgatók által a 7. héten kiválasztott egészségügyi mérnöki műszerezési problémát megoldó önálló feladat, melynek eredménye egy komplett mérőrendszer és az ezt vezérlő LabVIEW szoftver megvalósítása és dokumentálása. A házi feladatot a 14. héten mutatják be.
5. CLAD vizsga

VII. Szigorlat, diplomatervezés

Szigorlat

([BMEVIEUM372](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 3., 0/0/0/sz/0 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A tantárgy célkitűzése, hogy a hallgató – előképzettségétől függően – a műszaki vagy az orvosi alapismereteket szintetizálja.

Ha a hallgató nem rendelkezik műszaki képzési területen szerzett diplomával vagy természettudományos képzési területen szerzett matematika vagy fizika szakos diplomával, akkor *műszaki alapszigorlatot* kell tenni, amely matematika, fizika, számítástechnikai ismeretek témakörökre terjed ki, különben *orvosi alapszigorlatot* kell tenni, amely anatómia, élettan, biokémia témakörökre terjed ki.

Műszaki alapszigorlathoz kötelező előtanulmányi rend: Matematika M1, Fizika M1.

Orvosi alapszigorlathoz kötelező előtanulmányi rend: Rendszerélettani alapismeretek, Funkcionális anatómia.

Ha a hallgató az előtanulmányi rendben szereplő egyik tantárgyat teljesítette, akkor az Egészségügyi mérnöki alapszigorlatot az előtanulmányi rendben szereplő másik tantárggyal egy időben, azonos félévben is felveheti.

2. A tantárgy tematikája

A szigorlat részletes anyagát a tantárgy adatlapja tartalmazza.

Diplomatervezés 1 (Egészségügyi mérnök)

([BMEVIEUM921](#), szemeszter - őszi kezdés: 2., tavaszi kezdés: 3., 0/10/0/f/15 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. Az első félév programja irodalomkutatás, a rendszerterv elkészítése, valamint a megoldás során időarányos előrehaladás.

2. A tantárgy tematikája

A diplomatervezés részletes anyagát és előírásait a tantárgy adatlapja tartalmazza.

Diplomatervezés 2 (Egészségügyi mérnök)

([BMEVIEUM971](#), szemeszter - őszi kezdés: 3., tavaszi kezdés: 4., 0/10/0/f/15 kredit, MIT)

1. A tantárgy célkitűzése

A hallgatónak az oklevél megszerzéséhez MSc szinten diplomatervet kell készítenie. A diplomatervvel azt kell igazolni, hogy diplomázó önálló mérnöki munkára alkalmas, ismeri és alkalmazni tudja a mérnöki munkamódszereket, képes a feladatkiírást értelmezni, továbbá a választott megoldást értékelni és elemezni. A második félév programja a feladat megoldásának befejezése, valamint a diplomaterv elkészítése.

2. A tantárgy tematikája

A diplomatervezés részletes anyagát és előírásait a tantárgy adatlapja tartalmazza.

VIII. Szabadon választható tantárgyak

A szabadon választható tantárgycsoportban a hallgatók ismereteik bővítésére általuk szabadon választott tantárgyakat vesznek fel - minimum 6 kreditpont kiméretben - a Kar, más karok, vagy más egyetemek tantárgyainak kínálatából.

Felhívjuk figyelmét, hogy az összes intézményi tantárgy listájában szereplő tantárgyak több-kevesebb átfedést is tartalmazhatnak más tantárgyakkal. Ha a mintatantervben szereplő kötelező, illetve a tantervi követelmények teljesítéséhez már figyelembe vett egyéb tantárgyak ismeretei együttesen egy tantárgy tananyagának nagyobb hányadát tartalmazzák, úgy a tantárgy felvehető ugyan, de a tantervhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez nem vehető figyelembe [NFTv 49.§ (5)]. Ezt a Neptun nem tudja ellenőrizni, ezért a megfelelő tantárgyfelvétel minden hallgató saját felelőssége: ha a tantárgyi adatlap alapján ez nem egyértelmű, kérjük, hogy felvétel előtt ki-ki konzultáljon közvetlenül a tantárgy előadójával vagy felelőssével, szükség esetén a Kari Kreditátviteli Bizottsággal.