ADATLAP

1. A véleményezést kérő **felsőoktatási intézmény neve, címe**

Debreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

A felsőoktatási intézményben a tervezett képzésért közvetlenül **felelős szervezeti egység**

Természettudományi és Technológiai Kar, Matematikai Intézet

2. A (magyar vagy külföldi) felsőoktatási intézménnyel együttműködésben folytatandó képzés esetén a partner intézmény(ek) neve, címe

-

3. A tervezett **képzés helye(i)** (székhely, telephely, külföld) és címe(i)

4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

4. Az indítandó **mesterképzési szak** megnevezése (*a vonatkozó KKK szerint*)

Alkalmazott matematikus

5. Az oklevélben szereplő **szakképzettség** megnevezése (*a vonatkozó KKK szerint*)

Okleveles alkalmazott matematikus

6. Az indítani tervezett **szakirányok** és/vagy specializációk.

pénzügyi matematika specializáció
számítástudomány specializáció

7. Az indítani tervezett **képzési formák** *(a megfelelők aláhúzandók!)*

- teljes idejű (nappali), részidejű (levelező, esti), távoktatásos (t), székhelyen kívüli (szhk)
- idegen nyelven is: angol, német, francia, orosz, …
- csak idegen nyelven: angol, német, francia, orosz, …

8. A tervezett **hallgatói létszám** képzési formánként (n, l, e, t, szhk):

20 fő

9. A **képzési idő** 4 félév
a mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő: **120** kredit (*a vonatkozó KKK szerint*)
a képzésben felveendő tanórák száma: **1500** *(*az *összes hallgatói tanulmányi munkaidőn* belül)
a szakmai gyakorlat - *ha van* - időtartama és jellege: -

10. A szak **indításának tervezett időpontja**: **2017; 2017/2018** *(év/tanév)*

11. A **szakfelelős** oktató megnevezése (beosztása, tudományos fokozata) és aláírása

Dr. Pintér Ákos egyetemi tanár, D.Sc.

12. Dátum, és az intézmény rektorának megnevezése és cégszerű aláírása

Debrecen, 2017.

Dr. Szilvássy Zoltán, egyetemi tanár, rektor, D.Sc.

Csatolandó dokumentumok:
- a mesterszaknak a miniszter által meghatározott, közétett **képzési és kimeneti követelményei** (***KKK***)
- a képzés indítására vonatkozó **szenátusi döntés**

Speciális esetekben:
- szakmai gyakorlóhely szándéknyilatkozata
- fenntartói egyetértéssel kötött megállapodás másolata
- együttműködési megállapodás

Az alapszaknak a miniszter által meghatározott, közétett képzési és kimeneti követelményei (KKK)

ALKALMAZOTT MATEMATIKUS MESTERKÉPZÉSI SZAK

1. A mesterképzési szak megnevezése: alkalmazott matematikus (Applied Mathematics)

2. A mesterképzési szakon szerezhető végzettségi szint és a szakképzettség oklevélben szereplő megjelölése
végzettségi szint: mester- (magister, master; rövidítve: MSc-) fokozat
szakképzettség: okleveles alkalmazott matematikus
a szakképzettség angol nyelvű megjelölése: Applied Mathematician
választható specializációk: alkalmazott analízis, sztochasztika, pénzügy-matematika, diszkrét matematika, operációkutatás, számítástudomány, műszaki matematika

3. Képzési terület: természettudomány

4. A mesterképzésbe történő belépésnél előzményként elfogadott szakok:
4.1. Teljes kreditérték beszámításával vehető figyelembe: a matematika alapképzési szak.
4.2. A 9.3. pontban meghatározott kreditek teljesítésével elsősorban számításba vehető: a természettudomány, a műszaki, az informatika képzési területek alapképzési szakjai, a gazdaságtudományok képzési terület gazdaság- és pénzügy-matematikai elemzés alapképzési szakja.
4.3. A 9.3. pontban meghatározott kreditek teljesítésével vehetők figyelembe továbbá azok az alapképzési, mesterképzési szakok, illetve a felsőoktatásról szóló 1993. évi LXXX. törvény szerinti szakok, amelyeket a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek összevetése alapján a felsőoktatási intézmény kreditátviteli bizottsága elfogad.

5. A képzési idő félévekben: 4 félév

6. A mesterfokozat megszerzéséhez összegyűjtendő kreditek száma: 120 kredit
a szak orientációja: elméletorientált (60-70 százalék)
a diplomamunka elkészítéséhez rendelt kreditérték: 20 kredit
a szabadon választható tantárgyakhoz rendelhető minimális kreditérték: 6 kredit

7. A szakképzettség képzési területek egységes osztályozási rendszere szerinti tanulmányi területi besorolása: 461

8. A mesterképzési szak képzési célja és a szakmai kompetenciák
A képzés célja alkalmazott matematikusok képzése, akik tudományos kutatási szintet elérő szakmai felkészültségükkel magas szintű matematikai ismereteik és modellezési tapasztalataik birtokában képesek alkotó módon a gyakorlatban felmerülő matematikai problémák megoldására. Nyitottak szakterületük és a rokon területek új tudományos eredményeinek kritikus befogadására. Felkészültségük alapján képesek a gyakorlati problémák modellezésére, megoldására és a megoldások

gyakorlati kivitelezésének irányítására. Felkészültek tanulmányaik doktori képzésben történő folytatására.

8.1. Az elsajátítandó szakmai kompetenciák

8.1.1. Az alkalmazott matematikus

a) tudása

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Ismeri az alkalmazott matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokat, egymásra épülésüket.

Ismeri az absztrakt matematikai gondolkodást, az absztrakt matematikai fogalmakat.

Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.

Specializáció választása nélkül továbbá

Ismeri a differenciálegyenletek, a közelítő számítások elméletének alapjait és ezek legfontosabb alkalmazásait természeti, műszaki és gazdasági jelenségek modellezésében.

Ismeri a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika modern elméletének alapjait.

Ismeri a kódoláselmélet és kriptográfia alapjait, a gyakorlatban legelterjedtebb kódok és titkosírások elméleti hátterét és alkalmazhatóságát.

Ismeri a kiszámíthatósági kérdések elméleti hátterét. Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Alkalmazott analízis specializáción továbbá

Ismeri a matematikai analízis természettudományos, ipari és üzleti szférában történő alkalmazásait.

Ismeri az egyes alkalmazási területeken felmerülő problémák közönséges és parciális differenciálegyenletekkel történő modellezési lehetőségeit, a modellek matematikai tulajdonságait.

Ismeri a matematikai modellezéshez szükséges fontosabb matematikai programcsomagokat.

Sztochasztika specializáción továbbá

Ismeri a valószínűségszámítás, a statisztika és a sztochasztikus folyamatok természettudományos, ipari és pénzügyi alkalmazásait.

Ismeri az alapvető természeti jelenségekben megnyilvánuló sztochasztikus, véletlenszerű törvényszerűségeket, megfelelő tudással rendelkezik e jelenségek tudományos igényű kísérleti tanulmányozásához és elméleti értelmezéséhez.

Ismeri a statisztikai törvények elemzésére alkalmas programcsomagokat.

Diszkrét matematika specializáción továbbá

Ismeri a diszkrét matematika klasszikus és aktuális elméleti eredményeit.

Ismeri a diszkrét matematika algoritmikus módszereit, a kriptográfia, algoritmuselmélet, kódelmélet, diszkrét optimalizálás hatékony módszereit.

Ismeri a diszkrét matematikai modellezésekhez használatos fontosabb matematikai programcsomagokat.

Operációkutatás specializáción továbbá

Ismeri az ipari, kereskedelmi, pénzügyi, mezőgazdasági, kommunikációs rendszerek irányítási, működtetési és optimalizálási problémáinak megoldása során alkalmazható matematikai modelleket, azok számítógépes megoldását.

Ismeri a különféle operációkutatási algoritmusok matematikai hátterének elemeit, ezek a hatékonyságának elemzési módszereit.

Számítástudomány specializáción továbbá

Ismeri az algoritmuselmélet, bonyolultságelmélet szakterületét.

Rendelkezik a számítógépes problémák modellezéséhez, innovatív megoldásaihoz szükséges tudással.

Pénzügy-matematika specializáción továbbá

Mikro- és makroökonómiai, valamint pénzügyi alapismeretekkel rendelkezik.

Ismeri a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika modern elméletének alapjait.

Ismeri a sztochasztikus jelenségek, folyamatok modellezésének eljárásait.
Tisztában van a sztochasztikus és pénzügyi folyamatok, idősorok, a kockázati folyamatok, az életbiztosítás és a nem-életbiztosítás matematikai elméletével.
Ismeri a pénzügyi folyamatok, biztosítási kérdések matematikai elemzéseit, modelljeit.

Műszaki matematika specializáción továbbá

Ismeri a műszaki problémák matematikai modellezésének lehetőségeit.
Ismeri a differenciálegyenletek, a közelítő számítások elméletének alapjait és ezek legfontosabb alkalmazásait természeti, műszaki és gazdasági jelenségek modellezésében.
Ismeri a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika modern elméletének alapjait.
Ismeri a számítógép geometriai és grafikai alkalmazási módjait.

b) képességei

Képes a matematika tudományának módszereit alkalmazni az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén. Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljeinek megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.
Képes a gyakorlati életben megfigyelhető összefüggések absztrakt szinten történő megragadására.
Képes a matematika alkalmazási területein megszerzett ismereteit alkotó módon kombinálni és felhasználni az élő és élettelen természetben, a műszaki és informatikai világban, a gazdasági és pénzügyi életben felmerülő problémák megoldásában.
Képes a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő bonyolult rendszerek áttekintésére, matematikai elemzésére és modellezésére, döntési folyamatok előkészítésére.
Képes a problémák belső törvényszerűségeinek megértésére, feladatok megtervezésére és magas szintű végrehajtására.
Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.
Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.
Képes a nagy számításigényű, illetve nagy tárkapacitású feladatok felismerésére, alternatív megközelítések elemzésére.
Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.
Képes a matematikai szakterület problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.

c) attitűdje

Törekszik az alkalmazott matematika új eredményeinek megismerésére.
Törekszik az alkalmazott matematika eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
Törekszik arra, hogy megszerzett alkalmazott matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
Törekszik az alkalmazott matematika modern alkalmazási lehetőségei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudománya eszközeivel megalapozott értékelésére.
Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.
Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

d) autonómiája és felelőssége

Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg az alkalmazott matematikai területén megszerzett tudásának mértékét.
Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában, működik együtt akár más szakterületek képviselőivel.
Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.
Tudományos kutatásai, illetve a matematika alkalmazásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb etikai normák figyelembe vételével végezze.

Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
A matematika alkalmazása során a megszerzett ismeretei alapján kialakított véleményét felelősen képviseli.

9. A mesterképzés jellemzői
9.1. Szakmai jellemzők
9.1.1. A szakképzettséghez vezető tudományágak, szakterületek, amelyekből a szak felépül:
az alkalmazott matematikus képzést alapozó ismeretek (algebra és számelmélet alapjai, analízis alapjai, geometria alapjai, valószínűségszámítás és matematikai statisztika alapjai, informatika és operációkutatás alapjai) 15-25 kredit;
alkalmazott matematikusi szakmai ismeretek 20-30 kredit
(az alábbi, a képzés tantervében meghatározott legalább három ismeretkörből legalább három témakör ismeretanyaga választandó):
a) diszkrét matematika és algoritmuselmélet (Testbővítések elmélete és alkalmazásaik. A véges testek elmélete és alkalmazásaik. Kriptográfiai alapfogalmak. Gráfok magasabb összefüggősége, diszjunkt fák és fenyők, az összefüggőség növelése. Gráfok és hipergráfok színezései, perfekt gráfok. Párosítás-elmélet. Gráfok beágyazásai. Erősen reguláris gráfok. Az egészségi feltétel és alkalmazásai. Véletlen módszerek: várható érték és második momentum-módszer, véletlen gráfok, küszöbfüggvény. Extremális kombinatorika: extremális halmazrendszerekről és gráfokról szóló klasszikus tételek. Az algoritmuselmélet alapfogalmai és alkalmazásai. Gráfalgoritmusok: szélességi és mélységi keresés, feszítőfák, legrövidebb utak, folyamok. Kereső-fák, amortizációs idő, Fibonacci-kupac.) 5-15 kredit;
b) operációkutatás (Folytonos és sztochasztikus optimalizálás, Alternatíva tételek, Minkowski-Weyl-tétel, pivot és belsőpontos algoritmusok, elipszoid- módszer; konvex optimalizálás: szeparációs tételek, konvex Farkas-tétel, Karush-Kuhn-Tucker-tétel, Lagrange- függvény és nyeregpont-tétel, Newton-módszer, belső pontos algoritmus; a sztochasztikus programozás alapmodelljei és megoldó módszerei; gyakorlati problémák. Diszkrét optimalizálás. Max folyam min vágás, Egerváry- dualitás, poliéderes kombinatorika, teljesen duális egészértékűség, párosítás-poliéder; gráfalgoritmusok, Magyar-módszer, Edmonds-Karp-algoritmus; NP-teljes problémák algoritmikus megközelítései: dinamikus programozás, Lagrange-relaxáció, korlátozás és szétválasztás, mohó algoritmusok; gyakorlati problémák.) 5–15 kredit;
c) alkalmazott analízis (Ortogonális polinomok. Trigonometrikus- és ortogonális polinomsorok pontonkénti és egyenletes konvergenciája. Fourier-transzformáció. Az approximációelmélet elemei. Stone-tétel, Bohmann-Korovkin-tétel. Legjobb approximáció polinomokkal. Jackson tételei. Interpoláció. Spline-függvények. Approximáció racionális függvényekkel. Lagrange-interpoláció Lebesgue-függvénye. Erdős-Bernstein-sejtés az optimális alappontokról. Grünwald-Marzinkiewicz-tétel. Stabilitáselmélet. Periódikus megoldások. Peremérték-feladatok lineáris differenciálegyenletekre. A variációszámítás alapfeladata. Euler-Lagrange-differenciálegyenletek. Geometriai módszerek a mechanikában. Lagrange- és Hamilton-rendszerek. Legendre-transzformáció. Euler- Lagrange-egyenletek, Hamilton-egyenletek. Szimmetriák és megmaradási tételek. Alapfogalmak a parciális differenciálegyenletek elméletében. Karakterisztikus függvény, első integrálok. Elsőrendű lineáris és kvázilineáris egyenletek. Elsőrendű egyenletek karakterisztika elmélete, Cauchy-feladat. Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek osztályozása és kanonikus alakra hozása. Goursat- és Cauchy-feladat hiperbolikus egyenletekre. Vegyes feladat hullámegyenletre. Fourier-módszer. Vegyes feladat hőegyenletre, maximum-tétel. Cauchy-feladat hőegyenletre, Duhamel-elv, Peremérték-feladatok potenciálegyenletre. Fixponttételek és alkalmazásaik.) 5–15 kredit;
d) sztochasztikus folyamatok (Négyzetesen integrálható folyamatok. Gyengén stacionárius folyamatok, lineáris szűrők. Az idősorok analízisének elemei. Erősen stacionárius folyamatok, ergodikus tételek. Diszkrét és folytonos idejű Markov-láncok és alkalmazásaik. Az Itô-féle sztochasztikus integrál, sztochasztikus differenciálegyenletek, diffúziós folyamatok.) 5–15 kredit;
9.1.2. A képzés követelményei specializáció nélkül vagy specializációs modul felvételével teljesíthetőek. A specializáció kreditértéke a képzés egészén belül 40-60 kredit.
a) specializáció választása nélküli ismeretkörök:

numerikus matematika (algebra numerikus módszerei, függvényminimalizálás, differenciálegyenletek numerikus megoldása) 7-15 kredit,
differenciálegyenletek (peremértékfeladatok, stabilitás) 7-20 kredit,
matematikai statisztika fogalmai és módszerei (becslési módszerek, likelihood-hányados próba, nemparaméteres próbák) 6-15 kredit,
információelmélet, algoritmusok és bonyolultságuk (Shannon-tétel, hibajavító kódok, bonyolultsági osztályok) 6-15 kredit,
integrálgeometria (Santalo-féle klasszikus eredmények, Radon—féle integráltranszformáció) 6-15 kredit,
alkalmazott matematika legalább 6 kredit;
b) a specializációk ismeretkörei:
ba) alkalmazott analízis specializáció:
modellezés, természettudományos ismeretek (modellalkotás és természettudományos alkalmazások, információtechnológiai és vállalati ismeretek) 9-15 kredit,
differenciálegyenletek numerikus módszerei (a közönséges differenciálegyenletek numerikus megoldási módszerei, elliptikus és időfüggő parciális differenciálegyenletek numerikus megoldási módszerei) 5-15 kredit,
differenciálegyenletek (dinamikai rendszerek, parciális differenciálegyenletek elmélete) 10-20 kredit,
alkalmazott matematika legalább 5 kredit;
bb) sztochasztika specializáció:
statisztika (a matematikai statisztika fogalmai és módszerei, többdimenziós statisztikai eljárások, statisztikai programcsomagok) 15-25 kredit,
időfüggő sztochasztikus rendszerek (sztochasztikus folyamatok, sztochasztikus analízis, pénzügyi folyamatok, idősorok elemzése) 15-25 kredit,
alkalmazott matematika területéről legalább 6 kredit;
bc) pénzügy-matematika specializáció:
statisztika (a matematikai statisztika fogalmai és módszerei, statisztikai programcsomagok) 5-10 kredit,
sztochasztikus rendszerek (sztochasztikus folyamatok, idősorok elemzése, biztosításmatematika) 15-25 kredit,
gazdaságtudományok (mikroökonómia, makroökonómia, pénzügyi alapismeretek) 15-25 kredit,
alkalmazott matematika legalább 6 kredit;
bd) diszkrét matematika specializáció: kombinatorikai algoritmusok (mélységi és szélességi keresés, hálózati folyamok, maximális folyam-minimális vágás tétel) 5-15 kredit,
Gröbner-bázisok (polinomgyűrűk, Nullstellensatz) 5-10 kredit,
véges testek és polinomok 5-10 kredit,
diszkrét optimalizálás (algoritmusok lineáris diofantikus egyenletekre, Khachiyan-módszer, ellipszoid-módszer) 7-15 kredit,
algebrai kódelmélet 6-15 kredit,
algoritmuselmélet (digitális információ kódolása és dekódolása, konvolúciós kódok) 6-15 kredit,
kriptográfia (privát kulcsó kriptorendszerek, nyilvános kulcsú kriptorendszerek, RSA) 5-10 kredit,
alkalmazott matematika legalább 5 kredit;
be) operációkutatás specializáció:
diszkrét optimalizálás (egész értékű programozás, dinamikus programozás, gráf algoritmusok, matroid-elmélet) 9–24 kredit,
folytonos optimalizálás (lineáris és nemlineáris optimalizálás, szemidefinit programozás, minimax-tételek) 9–24 kredit,
operációkutatás számítógépes módszerei 2–6 kredit,
operációkutatási (alkalmazott matematikai) projekt 3–6 kredit,
alkalmazott matematika területéről legalább 10 kredit;
bf) számítástudomány specializáció:
adatbányászat 3–6 kredit,
WWW és hálózatok matematikája 3–6 kredit,

bonyolultságelmélet (algoritmusok és alsó becslések az erőforrás-használatra, véges automaták, bonyolultságosztályok) 6–9 kredit,
algoritmusok és adatstruktúrák tervezése, elemzése és implementálása (max-vissza sorrend és alkalmazásai, minimális súlyú fenyők, keresőfák) 6–9 kredit,
kriptográfia és adatbiztonság (szimmetrikus kulcsú rendszerek, nyilvános kulcsú titkosítás, hazai és nemzetközi szabványok) 6–9 kredit,
információelmélet, kódok és szimmetrikus struktúrák 4–6 kredit,
alkalmazott matematika területéről legalább 10 kredit;
bg) műszaki matematika specializáció:
műszaki mechanika és fizika (Lagrange-mozgásegyenletek, Hamilton-elv, Maxwell-egyenletek) 7-15 kredit,
Fourier-analízis, differenciálegyenletek (Fourier-sorok, inverziós formula, Fourier-transzformált, wavelet) 7–15 kredit,
lineáris algebra és irányításelmélet (lineáris rendszerek, optimális irányítás, Pontrjagin-féle maximumelv) 7–15 kredit,
numerikus matematika (numerikus lineáris algebra, variációs feladatok, Ritz-módszer, numerikus és szimbolikus számolások) 7–15 kredit,
sztochasztika (többváltozós statisztikai módszerek, kontingenciatáblák, idősorok elemzése, tömegkiszolgálási rendszerek) 7–15 kredit,
alkalmazott matematika területéről legalább 5 kredit.

9.2. Idegennyelvi követelmény

A mesterfokozat megszerzéséhez egy élő idegen nyelvből államilag elismert középfokú (B2), komplex típusú nyelvvizsga vagy ezzel egyenértékű érettségi bizonyítvány vagy oklevél szükséges.

9.3. A 4.2. és 4.3. pontban megadott oklevéllel rendelkezők esetén a mesterképzési képzési ciklusba való belépés minimális feltételei:

A mesterképzésbe való belépéshez szükséges minimális kreditek száma 65 kredit a korábbi tanulmányokból az algebra, analízis, geometria, halmazelmélet, kombinatorika, matematikai logika, operációkutatás, számelmélet, valószínűség-számítás, statisztika területeiről. Ezen belül legfeljebb 10 kredit tartalomban beszámíthatók kiterjedt matematikai apparátusra épülő más tárgyak ismeretei is.

A mesterképzésbe való felvétel feltétele, hogy a hallgató a korábbi tanulmányai alapján legalább 50 kredittel rendelkezzen. A hiányzó krediteket a felsőoktatási intézmény tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

I. A KÉPZÉS TARTALMA

A szakra való belépés feltételei - a képzési és kimeneti követelményekkel összhangban

a) a bemenethez **feltétel nélkül** elfogadott *(*alap*)*szakok (*KKK 4. pont*)

Matematika alapképzési szak

b) a bemenethez **feltételekkel** elfogadott *(*alap*)*szakok, ill. kreditkövetelmények, a vonatkozó konkrét előírások (*KKK 4. ill. 9.4. pont*), az egyes alapszakok programjából hiányzó ismeretek pótlási módja, terve az intézményben

Természettudományi, műszaki, informatikai, valamint gazdaságtudományi képzési területek alapképzési szakjai. Ebben az esetben a belépéshez szükséges minimálisan 65 kredit a korábbi tanulmányokból az algebra, analízis, geometria, halmazelmélet, kombinatorika, matematikai logika, operációkutatás, számelmélet, valószínűségszámítás, statisztika területeiről. Ezen belül legfeljebb 10 kredittel beszámíthatók kiterjedt matematikai apparátusra épülő más tárgyak is. A felvétel feltétele, hogy a hallgató a korábbi tanulmányai alapján legalább 50 kredittel rendelkezzen, a hiányzó krediteket az egyetem szabályzatában meghatározottak szerint kell megszerezni.

A nem matematika alapszakról érkezők számára az előismeretek pótlását az Alapozó ismeretek tantárgycsoport tárgyai biztosítják. Ezek teljesítése alól a hallgató korábbi tanulmányai függvényében teljes vagy részleges felmentést kaphat. A felmentések kreditjeinek terhére a speciális modulokba tartozó tárgyak teljesítendők.

I..1. A képzés programja; a szak tanterve (az óra és vizsgaterv táblázatos összegzése)

***ismeretkörök és tantárgyaik** *felelősök*	félévek 1.	2.	3.	4.	tantárgy kredit-száma	számon-kérés (koll / gyj /egyéb
	tantárgy féléves tanóraszáma, tanóratípusa (ea / sz / gy / konz) / *kreditértéke*					
Alapozó ismeretek						
Algebra és számelmélet ismeretkör – felelőse: Dr. Horváth Gábor **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: 60-40%** (kredit%)						
Bev. a modern algebrába *(Introduction to modern algebra)* *Dr. Horváth Gábor*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Geometria ismeretkör – felelőse: Dr. Kozma László **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: 60-40%** (kredit%)						
Fejezetek a geometriából *(Selected topics in geometry)* *Dr. Kozma László*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Alkalmazott matematika alapjai ismeretkör – felelőse: Dr. Mészáros Fruzsina **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: 60-40%** (kredit%)						
Operációkutatás *(Operation research)* *Dr. Mészáros Fruzsina*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Valószínűségelmélet *(Probability theory)* *Dr. Fazekas István*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Szakmai törzsanyag ismeretkörei A felsorolt tantárgyakból legalább 25 kreditet kell teljesíteni úgy, hogy legalább három sávból teljesítendő legalább 5−5 kredit. A negyedik sávból teljesíthető kevesebb kredit. Az előírt mennyiségű krediteken felül teljesített tárgyak az egyéb szakmai választható tárgyakhoz számolhatók el. A pénzügyi matematika specializáción kötelezően teljesítendő sávot *, a számítástudomány specializáción kötelezően teljesítendő sávot ** jelöli.						
Pénzügyi matematika specializáció kötelező tárgyai						
Pénzügyi matematika ismeretkör – felelőse: Dr. Gáll József **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: 67-33%** (kredit%)						

Pénzügyi alapok *(Introduction to finance)* *Dr. Gáll József*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*5*	koll
Opcióértékelés *(Option pricing)* *Dr. Gáll József*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Pénzügyi matematika 1. *(Financial mathematics I)* *Dr. Barczy Mátyás*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj
Pénzügyi matematika 2. *(Financial mathematics II)* *Dr. Gáll József*			*28ea/3kr.*		*3*	koll

Alkalmazott matematika ismeretkör – felelőse: Dr. Baran Sándor
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **75-25%** (kredit%)

Többváltozós statisztika *(Multivariate Analysis)* *Dr. Baran Sándor*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*	.			*3+2*	koll gyj
Biztosítási matematika *(Insurance mathematics)* *Dr. Barczy Mátyás*		*28ea/3kr.* .			*3*	koll
Idősorok elemzése *(Time series analysis)* *Dr. Barczy Mátyás*				*28ea/3kr.* 14gy/*1kr*.	*4*	koll

Közgazdaságtan ismeretkör – felelőse: Dr. Kapás Judit
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Mikroökonómia *(Microeconomics)* *Dr. Kapás Judit*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*5*	koll
Makroökonómia *(Macroeconomics)* *Dr. Czeglédi Pál*		.	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*		*5*	koll

Számítástudomány specializáció kötelező tárgyai

Adatok és hálózatok ismeretkör – felelőse: Dr. Tengely Szabolcs
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **67-33%** (kredit%)

Adatbányászat *(Data Mining)* *Dr. Baran Sándor*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*	.			*3+2*	koll gyj
WWW és hálózatok mat. *(Mathematics of networks and the www)* *Dr. Tengely Szabolcs*			*28ea/3kr.* 14gy/*1kr*.		*4*	koll

Formális nyelvek és információelmélet ismeretkör – felelőse: Dr. Pintér Ákos
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **67-33%** (kredit%)

Formális nyelvek és aut. *(Formal languages and automata)* *Dr. Horváth Gábor*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Információelmélet *(Information theory)* *Dr. Pintér Ákos*		*28ea/3kr.* 14gy/*1kr*.			*4*	koll

Algoritmusok ismeretkör – felelőse: Dr. Pongrácz András
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **55-45%** (kredit%)

Algoritmuselmélet *(Theory of algorithms)* *Dr. Pongrácz András*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj
Algor. és adatstr. tervezése *(Algorithms and data structures)* *Dr. Hajdu Lajos*	*28ea/3kr.* 42gy/*3kr*.				*3+3*	koll gyj

Kódelmélet ismeretkör – felelőse: Dr. Szilasi Zoltán
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **55-45%** (kredit%)

Kriptográfia és adatbiztonság *(Cryptography and data security)* *Dr. Tengely Szabolcs*				*28ea/3kr.* 42gy/*3kr*.	*3+3*	koll gyj
Véges geom. és kódelmélet *(Finite Geometries and Coding Theory)* *Dr. Szilasi Zoltán*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj

Az alábbi sávok tantárgyaiból legalább 25 kreditet kell teljesíteni úgy, hogy legalább három sávból teljesítendő legalább 5−5 kredit. A negyedik sávból teljesíthető kevesebb kredit. Az előírt mennyiségű krediteken felül teljesített tárgyak az egyéb szakmai választható tárgyakhoz számolhatók el.
A pénzügyi matematika specializáción kötelezően teljesítendő sávot *, a számítástudomány specializáción kötelezően teljesítendő sávot ** jelöli.

Diszkrét matematika és algoritmuselmélet sáv **

Gráfelmélet ismeretkör – felelőse: Dr. Nyul Gábor
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Gráfelmélet és alkalm. *(Graph Theory and Applications)* *Dr. Nyul Gábor*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj

Algebra alkalmazásai ismeretkör – felelőse: Dr. Bérczes Attila
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Véges testek és alkalm. *(Finite fields and their applications)* *Dr. Bérczes Attila*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj
Matematikai algoritmusok *(Algorithms in mathematics)* *Dr. Bérczes Attila*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj

Operációkutatás sáv

Operációkutatás ismeretkör – felelőse: Dr. Bessenyei Mihály
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Konvex optimalizálás *(Convex optimization)* *Dr. Bessenyei Mihály*	*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.				*3+2*	koll gyj
Diszkrét optimalizálás *(Discrete Optimization)* *Dr. Nyul Gábor*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj

Alkalmazott analízis sáv

Fourier-sorok ismeretkör – felelőse: Dr. Gát György
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **75-25%** (kredit%)

Fourier-sorok *(Fourier series)* *Dr. Gát György*			*28ea/3kr.* 14gy/*1kr*.		*4*	koll

Differenciálegyenletek ismeretkör – felelőse: Dr. Novák-Gselmann Eszter
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Köz. diff. egyenletek alk. *(Applications of ordinary differential equations)* *Dr. Novák-Gselmann Eszter*			*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*		*3+2*	koll gyj
Parciális diff.egyenletek *(Partial differential equations)* *Dr. Fazekas Borbála*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj

Sztochasztikus folyamatok sáv *

Sztochasztikus folyamatok ismeretkör – felelőse: Dr. Barczy Mátyás
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Sztochasztikus folyamatok *(Stochastic processes)* *Dr. Barczy Mátyás*		*28ea/3kr.* 28gy/*2kr*.			*3+2*	koll gyj
a törzsanyagban összesen	**112 ea 112 gy 20 kr**	**112 ea 112 gy 20 kr**	**168 ea 112 gy 23 kr**	**196 ea 84 gy 22 kr**	**85 kr**	**20 koll. 10 gyj.**

diplomamunka			30 konz/10*kr.*	30 konz./*10kr*	össz. **20** kr	beszámoló záróvizsga
A szakon eddig összesen (alapozó tárgyak nélkül)	**112 ea 112 gy 20 kr**	**112 ea 112 gy 20 kr**	**168 ea 112 gy 30 konz 33 kr**	**168 ea 112 gy 30 konz 32 kr**	**105kr**	**20 koll. 10 gyj.**

Pénzügyi matematika specializáció - választható tárgyak A felsorolt tantárgyakból legalább 9 kreditet kell teljesíteni. Az előírt mennyiségű krediteken felül teljesített tárgyak az egyéb szakmai választható tárgyakhoz számolhatók el.

Játékelmélet ismeretkör – felelőse: Dr. Boros Zoltán
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Játékelmélet *(Game theory)* *Dr. Boros Zoltán*					**3+2** kr	*koll gyj*

Ökonometria és számvitel ismeretkör – felelőse: Dr. Tóth Kornél
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **67-33%** (kredit%)

Ökonometria *(Econometrics)* *Dr. Balogh Tamás László*					**4** kr	*koll*
Számvitel *(Financial Ac-counting)* *Dr. Tóth Kornél*					**5** kr	*koll*

Számítástudomány specializáció - választható tárgyak A felsorolt tantárgyakból legalább 9 kreditet kell teljesíteni. Az előírt mennyiségű krediteken felül teljesített tárgyak az egyéb szakmai választható tárgyakhoz számolhatók el.

Fejezetek az algebrából ismeretkör – felelőse: Dr. Pink István
elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”: **60-40%** (kredit%)

Algebrai kódelmélet *(Algebraic coding theory)* *Dr. Pink István*						**3+2** kr	*koll gyj*
Képfeldolgozás és mesterséges intelligencia ismeretkör – felelőse: Dr. Hajdu Lajos **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”**: **67-33%** (kredit%)							
Diszk. módsz. képfeld. *(Discrete mathematical methods in digital image processing)* *Dr. Hajdu Lajos*						**4** kr	*koll*
Mesterséges intelligencia *(Artificial Intelligence)* *Dr. Hajdu Lajos*						**3+2** kr	*koll gyj*
Egyéb szakmai választható tárgyak (az alapozó ismeretek alóli felmentések kreditjeinek terhére) Ide elszámolhatók a szakmai törzsanyagnál illetve a specializáció választható tárgyainál előírt krediteken felül teljesített tárgyak, valamint az alábbi tárgyak.							
Analízis ismeretkör – felelőse: Dr. Páles Zsolt **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”**: **60-40%** (kredit%)							
Funkcionálanalízis *(Functional analysis)* *Dr. Páles Zsolt*						**3+2** kr	*koll gyj*
Geometria ismeretkör – felelőse: Dr. Tran Quoc Binh **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”**: **60-40%** (kredit%)							
Modern differenciálgeometria *(Modern Differential Geometry)* *Dr. Tran Quoc Binh*						**3+2** kr	*koll gyj*
Kombinatorika alkalmazásai ismeretkör – felelőse: Dr. Nyul Gábor **elméleti vagy gyakorlati jellegének mértéke, „képzési karaktere”**: **60-40%** (kredit%)							
Kombinatorika és alkalmazásai *(Combinatorics and Applications)* *Dr. Nyul Gábor*						**3+2** kr	*koll gyj*
Szabadon választható tárgyak							
egyetemen meghirdetett kurzusokból választandó						***6 kr***	koll gyj
a szakon összesen	**1260 ea 280 gy**					**120 kr**	30 **koll, 10 gyj.**

I.2. Ismeretkörök/tantárgyi programok, tantárgyleírások

(a tantervi táblázatban szereplő minden tanegységről)

<table>
<tr><td rowspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="4">Bevezetés a modern algebrába</td><td rowspan="2">Kódja:</td><td rowspan="2">TTMME0101</td></tr>
<tr><td>angolul:</td><td colspan="4">Introduction to modern algebra</td></tr>
<tr><td colspan="8">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="6">DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="4">-</td><td>Kódja:</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td colspan="2">Előadás</td><td colspan="2">Gyakorlat</td><td colspan="2">Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Heti</td><td>0</td><td rowspan="2">Kollokvium</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Tantárgyfelelős oktató</td><td colspan="2">neve:</td><td colspan="3">Dr. Horváth Gábor</td><td>beosztása:</td><td>egyetemi docens</td></tr>
</table>

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a modern algebra alapvető fogalmait, legfontosabb tételeit és ezek bizonyításait. Valamint, hogy az új ismeretek mellett a hallgatók által korábban tanult tételeket még általánosabb formában elsajátítsák, így nagyobb rálátást kapva a témakörre.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri Sylow tételeit, valamint a szemidirekt szorzat, a p-csoport, a feloldható csoport és a szabad csoport fogalmát, összefüggéseiben ismeri az ezek közötti kapcsolatokat. Jártas a bővítésekkel kapcsolatos eredményekben és tisztában van azok alkalmazhatóságával.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az algebra absztrakt fogalmait elméleti és alkalmazott problémák megoldása során. Képes az elsajátított matematikai módszerek alkalmazására, többek között a geometriai szerkeszthetőség és az egyenletek gyökjelekkel való megoldhatósága kapcsán.

Attitűd:

Törekszik a modern algebra fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, törekszik az újabb eredmények megismerésére, és azok széles körben történő alkalmazására. Nyitott és fogékony az elsajátított tudásanyag vezető kutatási területein való alkalmazására, új eredmények elérésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen és reálisan ítéli meg az algebra területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát, korlátait. Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák során alkalmazható módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Sylow tételei. Szemidirekt szorzat. A p-csoportok maximális részcsoportjai p-indexű normálosztók. Karakterisztikus részcsoportok, kommutátor. Feloldható csoportok és alaptulajdonságaik. Az alternáló csoportok egyszerűségéről szóló tétel. Szabad csoportok és definiáló relációk. Dyck-tétel. Számelmélet gyűrűkben: maximumfeltétel és az alaptételes gyűrűk jellemzése. Hányadostest. Artin- és Noether-gyűrűk, Hilbert bázistétele. Algebrák, a minimálpolinom tárgyalása algebrák felett. Frobenius-tétel. A felbontási test egyértelműsége, algebrai lezárt létezése. Normális bővítések, tökéletes test felett minden véges bővítés egyszerű. A Galois-elmélet főtétele. Az algebra alaptétele. Geometriai szerkeszthetőség. Egyenlet gyökjelekkel való megoldhatósága, a Casus Irreducibilis elkerülhetetlensége harmadfokú egyenletre.

Sylow's theorems. Semidirect product. Maximal subgroups of p-groups are normal of index p. Characteristic subgroup, commutator. Solvable groups and their basic properties. Alternating group is simple if acting on at least 5 points. Free groups, generators, relations, Dyck's theorem. Necessary and sufficient condition for a ring to be a unique factorization domain, ascending and descending chain conditions. Field of fractions. Artinian and Noetherian rings, Hilbert's basis theorem. Algebras, minimal polynomial over algebras, Frobenius's theorem. Splitting field, existence, uniquencess, algebraic closure existence, uniqueness. Normal extensions, extensions of perfect fields are simple.

Galois theory. Fundamental theorem of algebra. Compass and ruler constructions. Theorem of Abel and Ruffini, Casus Irreducibilis is unavoidable for degree three polynomials.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Bálintné Szendrei Mária - Czédli Gábor - Szendrei Ágnes: Absztrakt algebrai feladatok. 2005, Polygon.

Kiss Emil, Bevezetés az algebrába, Elméleti matematika sorozat. Budapest, 2007, Typotex.

Heti bontott tematika	
• hét	Sylow tételei. Szemidirekt szorzat. TE: A hallgató elsajátítja Sylow tételeit ésa szemidirekt szorzat fogalmát.
• hét	A p-csoportok maximális részcsoportjai p-indexű normálosztók. Karakterisztikus részcsoportok, kommutátor. A véges Abel-csoportok alaptétele. TE: A hallgató megismerkedik a p-csoportokkal, a kommutátor és a karakterisztikus részcsoport fogalmával.
• hét	Az izomorfizmustételek és bizonyításuk. Feloldható csoportok és alaptulajdonságaik. Az alternáló csoportok egyszerűségéről szóló tétel. TE: A hallgató megismerkedik a feloldható csoportok fogalmával.
• hét	Szabad csoportok és definiáló relációk. Dyck-tétel. TE: A hallgató megismerkedik a szabad csoport fogalmával és tulajdonságaival.
• hét	Számelmélet gyűrűkben: maximumfeltétel és az alaptételes gyűrűk jellemzése. TE: A hallgató megérti a számelmélet alaptételét általánosan.
• hét	Hányadostest. Artin-és Noether-gyűrűk, Hilbert bázistétele. TE: A hallgató elsajátítja a kommutatív algebra alapjait.
• hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.
• hét	Algebrák, a minimálpolinom tárgyalása algebrák felett. Frobenius-tétel. TE: A hallgató megismeri a minimálpolinom fogalmát általános helyzetben.
• hét	A felbontási test egyértelműsége, algebrai lezárt létezése. TE: A hallgató megismerkedik a felbontási test és az algebrai lezárt fogalmával.
• hét	Normális bővítések, tökéletes test felett minden véges bővítés egyszerű. TE: A hallgató megismerkedik a normális bővítésekkel.
• hét	A Galois-elmélet főtétele. TE: A hallgató megérti a testbővítések és a bővítés relatív automorfizmuscsoportja közti kapcsolatot.

• hét	Az algebra alaptétele. Geometriai szerkeszthetőség. TE: A hallgató elsajátítja a geometriai szerkeszthetőség szükséges és elegendő algebrai feltételét.
• hét	Egyenlet gyökjelekkel való megoldhatósága, a Casus Irreducibilis elkerülhetetlensége harmadfokú egyenletre. TE: A hallgató megérti egy polinom gyökjelekkel való megoldhatóságának kapcsolatát a polinom felbontási teste Galois csoportjának feloldható voltával.
• hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Gráfelmélet és alkalmazásai**	Kódja:	**TTMME0104**
	angolul:	**Graph Theory and Applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a gráfelmélettel kapcsolatos alapvető fogalmakat, az ezekre vonatkozó alapvető eredményeket és módszereket.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben ismeri a gráfelmélet elméleti eredményeit, módszereit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Alkotó módon ismeri a gráfelmélettel kapcsolatos eredmények bizonyításait. Ismeri a gráfok összefüggőségével, színezésével kapcsolatos eredményeket, jártas a függetlenség és lefogás témakörében. Ismeri a párosításelmélet és az extremális gráfelmélet legfontosabb eredményeit.

Képesség:

Képes a gráfelmélet területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására. Magabiztosan és alkotó módon használja a megismert fogalmakat és tételeket elméleti és alkalmazott problémák megoldása során.

Attitűd:

Igénye van a gráfelmélethez kapcsolódó elméleti ismereteinek bővítésére. Törekszik a megismert eredmények közötti mélyebb kapcsolat összefüggések meglátására. Nyitott a megszerzett tudásának minél szélesebb körben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be gráfelméleti ismereteit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Tisztában van a tanult tudományos eredmények értékével, alkalmazhatóságával.

A kurzus tartalma, témakörei

Gráfok többszörös összefüggősége: Menger tételei, éldiszjunkt feszítőfák. Gráfok színezései: kromatikus szám, mohó csúcsszínezés, Brooks-tétel, Mycielski-konstrukció, perfekt gráfok, kromatikus polinom, kromatikus index, Vizing-tétel. Függetlenség és lefogás: Gallai tételei, Kőnig-tétel, Hall-tétel, teljes párosítások páros és tetszőleges gráfokban, javító utak módszere. Extremális gráfelmélet: Mantel-tétel, Turán-tétel. Barátságtétel, erősen reguláris gráfok. Síkbarajzolható gráfok, metszési szám. Irányított utak és körök irányított gráfokban, turnamentek.

Multiply connected graphs: Menger's theorems, edge-disjoint spanning trees. Graph colourings: chromatic number, greedy vertex colouring, Brooks' theorem, Mycielski construction, perfect graphs, chromatic polynomial, chromatic index, Vizing-theorem. Independence and covering: Gallai's theorems, Kőnig's theorem, Hall's theorem, perfect mathchings in bipartite and in arbitrary graphs, augmenting path method. Extremal graph theory: Mantel's theorem, Turán's theorem. Friendship theorem, strongly regular graphs. Planar graphs, crossing number. Directed paths and cycles in directed graphs, tournaments.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Hajnal Péter: Gráfelmélet, Polygon, 2003.

Katona Gyula Y., Recski András, Szabó Csaba: A számítástudomány alapjai, Typotex, 2006.

J. A. Bondy, U. S. R. Murty: Graph Theory, Springer, 2008.

Hajnal Péter: Elemi kombinatorikai feladatok, Polygon, 2005.

Friedl Katalin, Recski András, Simonyi Gábor: Gráfelméleti feladatok, Typotex, 2006.

Heti bontott tematika

1. hét	Gráfelméleti alapfogalmak és alapvető tételek ismétlése. TE: A hallgató feleleveníti a korábban tanult gráfelméleti ismereteit.
2. hét	Gráfok többszörös összefüggősége, csúcs- és élösszefüggőségi szám. Menger tételei, Dirac-tétel. TE: A hallgató megismeri a többszörösen összefüggő gráfok témakörének tudnivalóit, valamint Menger tételének különböző változatait.
3. hét	Kétszeresen csúcs- és élösszefüggő gráfok. Éldiszjunkt feszítőfák. TE: A hallgató megismeri a kétszeresen összefüggő gráfok felépítését, valamint a többszörös összefüggőség és éldiszjunkt feszítőfák száma közötti összefüggéseket.
4. hét	Kromatikus szám, mohó csúcsszínezés, Brooks-tétel. Mycielski-konstrukció. TE: A hallgató megismeri a gráfok csúcsszínezési problémakörének haladottabb fejezeteit.
5. hét	Perfekt gráfok, példák és tételek. Kromatikus polinom és tulajdonságai. TE: A hallgató megismeri a perfekt gráfok elméletét, valamint a kromatikus polinomok témakörét.
6. hét	Kromatikus index, Vizing-tétel. Lista-kromatikus szám, lista-kromatikus index, teljes kromatikus szám. TE: A hallgató megismeri a gráfok élszínezési problémakörének haladottabb fejezeteit, továbbá a listaszínezések témakörét.
7. hét	Függetlenség és lefogás, Gallai tételei, Kőnig-tétel. TE: A hallgató megismeri a függetlenség és lefogás témakörét, és az ehhez fűződő négy gráfparaméter legfontosabb összefüggéseit.
8. hét	Hall-tétel, teljes párosítások páros gráfokban, páros gráfok kromatikus indexe. Tutte és Petersen tétele teljes párosításokról. TE: A hallgató megismeri a párosításelmélet témakörét, különös tekintettel a teljes párosítások létezésére páros és tetszőleges gráfokban.
9. hét	Javító utak módszere maximális elemszámú párosítások keresésére, magyar módszer. Dominá-ló csúcshalmazok. TE: A hallgató megismeri a maximális elemszámú párosítás algoritmikus meghatározását, továbbá a dominálás témakörét.
10. hét	Extremális gráfelmélet, Mantel és Turán tétele. TE: A hallgató megismeri az extremális gráfelmélet néhány tipikus eredményét.
11. hét	Barátságtétel, erősen reguláris gráfok.

	TE: A hallgató megismeri a barátságtételt és annak általánosítása kapcsán az erősen reguláris gráfokat.
12. hét	Síkbarajzolható gráfok, metszési szám. Gráfelméleti problémák bonyolultsága. TE: A hallgató megismeri a síkbarjazolhatósághoz kapcsolódóan a gráfok metszési számát, továbbá a félév során megismert gráfelméleti problémák bonyolultsági kérdéseit.
13. hét	Irányított utak és körök irányított gráfokban. Gallai-Roy-tétel, Stanley-tétel. TE: A hallgató megismeri az irányított gráfok elméletének néhány eredményét, különös tekintettel a színezésekkel összefüggő tételekre.
14. hét	Turnamentek, Landau-tétel, irányított Hamilton-utak és Hamilton-körök turnamentekben. TE: A hallgató megismeri a turnamentek témakörét, azon belül adott fokszámokkal rendelkező turnamentek létezésére, valamint turnamentek Hamilton-bejárására.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Véges testek és alkalmazásaik**	Kódja:	**TTMME0105**
	angolul:	**Finite fields and their applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Bérczes Attila**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a véges testek alapvető tulajdonságait, konstrukcióját, bővítésit, képessé váljanak végestestekben egységgyökökkel és körosztási polinomokkal műveleteket végezni, elsajátítsák a különböző polinomfaktorizációs algoritmusokat és bevezetést nyerjenek a hibajavító kódok elméletébe.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a véges testek struktúráját és automorfizmusait. Jártas a véges testekben való számolások terén, és a véges test feletti polinomok, továbbá a hibajavító kódok elméletében. Összefüggéseiben ismer módszereket polinomok faktorizációjára.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a végestestek testek absztrakt fogalmait elméleti jellegű problémák megoldása során. Képes az elsajátított algoritmusok alkalmazására polinomok faktorizációja során.

Attitűd:

Törekszik a véges testek problémaköréhez tartozó ismeretek közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá az aktuális eredmények megismerésére. Nyitott a megszerzett tudásanyag széleskörben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg a véges testek területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát, korlátait. Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldásához szükséges módszerket.

A kurzus tartalma, témakörei

Véges testek struktúrája és automorfizmusai. Véges test feletti polinomok: körosztási és irreducibilis polinomok. Wedderburn tétele. Polinomok rendje, primitív polinomok. Polinomok felbontása véges testek felett. Berlekamp-algoritmus, Zassenhaus javítása. Véletlen algoritmusok polinom gyökeinek meghatározására véges testekben. A véges testek alkalmazásai a hibajavító kódok elméletében, a kombinatorikában és a kriptográfiában.

Structure and automorphisms of finite fields. Polynomials over finite fields: cyclotomic and irreducible polynomials. Wedderburn's theorem. Order of polynomials, primitive polynomials. Factorizations of polynomials over finite fields. Berlekamp's algorithm, Zassenhaus's extension. Random algorithms to find roots of a polynomial over finite fields. Applications of finite fields in the theory of error correcting codes, combinatorics, and cryptography.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

R. Lidl, H. Niederreiter: Introduction to finite fields and their applications, 1994, Cambridge University Press.

Kiss Emil: Bevezetés az algebrába, 2007, Typotex.

Bálintné Szendrei Mária, Czédli Gábor, Szendrei Ágnes: Absztrakt algebrai feladatok, Polygon, 2005.

Heti bontott tematika	
1. hét	Algebrai alapfogalmak, csoportok, gyűrűk, polinomok, test multiplikatív csoportjának véges részcsoportja ciklikus. Polinomgyűrűk. TE: A hallgató felidézi a csoportelmélet és polinomgyűrűk véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
2. hét	Véges nullosztómentes gyűrűk, karakterisztika, prímtest. Ideál, faktorgyűrű, euklideszi gyűrű. Főideálgyűrű faktora mikor test. TE: A hallgató felidézi a gyűrűelmélet véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
3. hét	Testbővítések, algebrai elem, minimálpolinom, tulajdonságai. TE: A hallgató felidézi a testelmélet véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
4. hét	Testbővítések konstrukciója faktorgyűrűként, felbontási test. Véges testek szerkezete: elemszám, multiplikatív csoport, konstrukció, résztestek. TE: A hallgató megismeri a véges testek szerkezetét, képessé válik véges testekben számolni.
5. hét	Véges testek bővítése, közbülső testek, F_q feletti n-edfokú irreducibilis polinom létezése és felbontási teste. Az x^(q^n)-x polinom felbontása F_q feletti irreducibilis polinomok szorzatára. Irreducibilis polinomok gyökei, F_q-t fixáló automorfizmusai F_(q^n)-nek. TE: A hallgató elmélyíti a képességét véges testekben való számolások terén.
6. hét	Egységgyökök, körosztási polinomok. TE: A hallgató képessé válik véges testekben egyéggyökökkel és körosztási polinomokkal műveleteket végezni.
7. hét	Wedderburn tétele. TE: A hallgató összekapcsolja a matematika négy különböző tudományterületét egy tételben.
8. hét	Polinomok rendje, x^n-1 és x^m-1 kitüntetett közös osztója. TE: A hallgató képessé válik polinomok rendjét kiszámolni.
9. hét	Primitív polinomok, ekvivalens jellemzéseik. TE: A hallgató képessé válik primitív polinomokkal számolni.
10. hét	Véges testek elemeinek reprezentációi, irreducibilis és primitív polinomok keresése. TE: A hallgató képessé válik véges testeket különböző módokon reprezentálni, primítív és irreducibilis polinomokat hatékonyan keresni.
11. hét	Polinomok többszörös irreducibilis tényezőinek a keresése. Polinomok faktorizációja, Berlekamp algoritmusa. TE: A hallgató képessé válik véges testek feletti polinomokat irreducibilis tényezőkre bontani.
12. hét	Zassenhaus javítása Berlekamp algoritmusának.

	TE: A hallgató elmélyíti képességét véges testek feletti polinomok irreducibilis tényezőkre bontása iránt.
13. hét	Polinom gyökeinek keresése prímtestben, valamint alacsony karakterisztikájú testben. Norma. TE: A hallgató képes lesz véges testek feletti polinomok gyökeinek hatékony meghatározására.
14. hét	Hibajavító kódok, Reed-Solomon kódok, BCH kódok. TE: A hallgató megimseri a hibajavító kódolás alapjait, képes lesz egyszerűbb hibajavító kódokat alkalmazni.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Matematikai algoritmusok**	Kódja:	**TTMME0106**
	angolul:	**Algorithms in mathematics**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Gráfelmélet és alkalmazásai	Kódja:	TTMME0104

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Bérczes Attila**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

a hallgatók az alkalmazott matematikában fontos szerepet játszó algoritmusokkal ismerkedjenek meg, és elsajátítsák az ezek hátterében meghúzódó gondolkodásmódot.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematikai algoritmusok területének módszereit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Ismeri a matematikai algoritmusok különböző diszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb összefüggéseket. Alkotó módon ismeri a matematikai algoritmusok eredményeinek bizonyítását, alapelveit és módszereit.

Képesség:

Képes a matematikai algoritmusok területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására. Képes a gyakorlati életben megfigyelhető folyamatok matematikai algoritmusok segítségével történő absztrakt szintű megragadására. Képes a számítástechnika eszközeinek alkalmazásával a műszaki illetve gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Törekszik arra, hogy matematikai algoritmusok segítségével megkülönböztesse szakterületének tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat. Nyitott és fogékony a matematikai algoritmusok területén elsajátított módszerek új kutatási területeken való alkalmazására, új eredmények elérésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, kritikusan és reálisan ítéli meg a matematikai algoritmusok területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Tisztában van a matematikai gondolkodás és precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembevételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Gráfok ábrázolási módjai, szélességi és mélységi keresés, minimális feszítőfák keresése: Kruskal és Prim algoritmus. A Bellman-Ford algoritmus. A Dijkstra algoritmus. A legrövidebb utak szerkezete: a Floyd-Warshall algoritmus. Irányított gráfok tranzitív lezártja, Johnson ritka gráfokon hatékony algoritmusa. Polinomok megadása: a diszkrét Fourier-transzformált és a gyors Fourier-transzformáció algoritmusa. Számelméleti algoritmusok: Euklideszi algoritmus, műveletek maradékosztályokkal, kínai maradék tétel. Gyorshatványozás. Prímtesztelés és prímfaktorizáció. Valószínűségi prímtesztek, Agrawal–Kayal–Saxena prímteszt. Pollard féle rho-faktorizáció.

Representing graphs, breadth-first search and depth-first search, finding minimal spanning trees: Kruskal's, Prim's and Boruvka's algorithms. The Bellman-Ford-algorithm. Dijkstra's algorihtm. Structure of shortest paths: Floyd-Warshall-algorithm. Transitive closure of directed graphs, Johnson's algorithm on sparse graphs. Representing polynomials: discrete and fast Fourier-transformation. Number theoretical algorithms: Euclidean algorithm, operations with residue classes, Chinese remainder theorem. Computing powers. Prime tests, factorizing integers. Random prime tests, Agrawal–Kayal–Saxena prime test. Pollard's rho-algorithm.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein: ÚJ ALGORITMUSOK, Scolar Kiadó Budapest, 2003.

Ajánlott szakirodalom:

Gács P., Lovász L.: Algoritmusok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

Rónyai L., Ivanyos G., Szabó R.: Algoritmusok, Typotex, Budapest, 1998.

Herbert S. Wilf: Algorithms and Complexity, electronic edition, 1994.

Heti bontott tematika	
1. hét	Gráfok ábrázolási módjai (szomszédsági listás és szomszédsági mátrixos ábrázolás). Szélességi keresés, két csúcs legrövidebb út távolsága, szélességi fák. TE: A hallgató képes lesz gráfok számítógépes ábrázolására és megismeri a szélességi keresés algoritmusát.
2. hét	Mélységi keresés, előd részgráf, mélységi erdő, elérési és elhagyási időpont. A mélységi keresés tulajdonságai. Élek osztályozása. TE: A hallgató megismeri a mélységi keresés algoritmusát, és megérti annak működését.
3. hét	Gráfok topolgikus rendezése. Erősen összefüggő komponensek, komponens gráf. Erősen összefüggő komponensek tulajdonságai. TE:A hallgató megismeri és megérti a gráfok topologikus rendezésével kapcsolatos problémakört.
4. hét	Minimális feszítőfák keresése, minimális feszítőfa növelése. A Kruskal algoritmus. A Prim algoritmus. TE: A hallgató megismeri a minimális feszítőfa keresésére szolgáló legfontosabb algoritmusokat.
5. hét	Adott csúcsból kiinduló legrövidebb utak problémája. Legrövidebb út optimális részstruktúra. Legrövidebb utak ábrázolása (szülő részgráf). A legrövidebb utak és a fokozatos közelítés tulajdonságai. TE: A hallgató megismeri és megérti az adott csúcsból kiinduló legrövidebb utak megkeresésére szolgáló legfontosabb algoritmusok elméleti hátterét.
6. hét	A Bellman-Ford algoritmus. A Bellman-Ford algoritmus helyessége és futási ideje. A Dijkstra algoritmus. A Dijkstra algoritmus helyessége és futási ideje. TE: A hallgató megismeri és megérti a Bellman-Ford algoritmust és a Dijkstra algoritmust.
7. hét	Az első zárthelyi dolgozat megírása TE:
8. hét	Legrövidebb utak problémája minden csúcspárra. A legrövidebb utak szerkezete. A Floyd-Warshall algoritmus. TE: A hallgató megismeri és megérti a Floyd-Warshall algoritmust.
9. hét	Irányított gráfok tranzitív lezártja. Johnson ritka gráfokon hatékony algoritmusa. TE: A hallgató megismeri és megérti a Johnson algoritmust.
10. hét	Rendező hálózatok . Összehasonlító hálózatok. A nulla-egy elv. Biton sorozatokat rendez ő há-

	lózat. Összefésülő hálózat. TE: A hallgató megismerkedik a rendező hálózatok alapvető kérdéseivel.
11. hét	Polinomok megadása . A diszkrét Fourier-transzformált és a gyors Fourier-transzformáció algoritmusa. Az FFT egy hatékony megvalósítása. TE: A hallgató megismeri és megérti a gyors Fourier-transzformáció algoritmusát.
12. hét	Számelméleti algoritmusok. Euklideszi algoritmus, műveletek maradékosztályokkal, kínai maradék tétel. Gyorshatványozás. Prímtesztelés és prímfaktorizáció. TE: A hallgató megismeri és megérti a legalapvetőbb számelméleti algoritmusokat.
13. hét	Prímtesztelés és prímfaktorizáció. Valószínűségi prímtesztek, Agrawal–Kayal–Saxena prímteszt. Pollard féle rho-faktorizáció. TE: A hallgató megismeri a legfontosabb prímtesztelő és faktorizációs eljárásokat.
14. hét	Második zárthelyi dolgozat megírása. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Diszkrét optimalizálás**	Kódja:	**TTMME0107**
	angolul:	**Discrete Optimization**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	–

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a diszkrét optimalizálás általános elméletének alapjait, és olyan klasszikus problémák megoldási módszereit, mint a hozzárendelési, halmazlefedési, kínai postás, utazóügynök, Steiner-fa, ládapakolási, illetve maximális folyam-minimális vágás problémák. További cél, hogy alapvető jártasságot szerezzenek a teljesen unimoduláris mátrixok és az egészértékű lineáris programozás területén, illetve betekintést nyerjenek a matroidok elméletének alapjaiba.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a diszkrét optimalizálási problémák általános megoldó és közelítő módszereit. Összefüggéseiben is ismeri azokat az algoritmusokat, amelyek a témakör klasszikus problémáinak megoldásához szükségesek. Jártas a diszkrét optimalizálási problémák egészértékű lineáris programozási feladatként való kezelésében.

Képesség:

Magabiztosan alkalmazza a diszkrét optimalizálási problémák általános megoldó és közelítő módszereit. A problémamegoldás során képes az elsajátított gráfelméleti algoritmusok alkalmazására.

Attitűd:

Törekszik arra, hogy további diszkrét optimalizálással kapcsolatos problémákat ismerjen meg a hozzájuk kapcsolódó legújabb megoldási módszerekkel együtt. Nyitott és fogékony a tárgy keretében szerzett ismereteinek új kutatási területeken történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Megszerzett tudásának birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazható módszereket. Tisztában van az algoritmikus gondolkodás fontosságával, továbbá reálisan ítéli meg a tárgy kapcsán megszerzett tudásának mértékét.

A kurzus tartalma, témakörei

Diszkrét optimalizálási problémák elméleti háttere. Teljesen unimoduláris mátrixok, egészértékű lineáris programozás, Hoffman-Kruskal-tétel. Hozzárendelési probléma, kvadratikus hozzárendelési probléma, halmazlefedési probléma, kínai postás probléma, utazó ügynök probléma, Steiner-fa probléma, ládapakolási probléma. Maximális folyam−minimális vágás probléma, Ford-Fulkerson-tétel, Edmonds-Karp-tétel. Mohó algoritmus leszálló halmazrendszerekre, matroidok.

Theoretical background of discrete optimization problems. Totally unimodular matrices, integer linear programming, Hoffman-Kruskal theorem. Assignment problem, quadratic assignment problem, set covering problem, Chinese postman problem, travelling salesman problem, Steiner-tree problem, bin packing problem. Max flow−min cut problem, Ford-Fulkerson theorem, Edmonds-Karp theorem. Greedy algorithm for downward closed family of sets, matroids.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Imreh Balázs, Imreh Csanád: Kombinatorikus optimalizálás, Novadat, 2005.

Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization, Springer-Verlag, 2006.

Dieter Jungnickel: Graphs, Networks and Algorithms, Springer-Verlag, 2008.

Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer-Verlag, 2001.

Heti bontott tematika	
1. hét	Diszkrét optimalizálási problémák alapjai, általános megoldó és közelítő módszerek (leszámlálási módszer, szétválasztás és korlátozás módszere, szuboptimális algoritmusok). TE: A hallgató megismeri a diszkrét optimalizálási problémák általános elméletének alapjait, bonyolultsági kérdéskörét.
2. hét	Teljesen unimoduláris mátrixok elemi tulajdonságai, ekvivalens definíciók, példák (irányított gráfok és páros gráfok illeszkedési mátrixa, intervallummátrixok), Heller-tétel. TE: A hallgató megismeri a teljesen unimoduláris mátrixok témakörét.
3. hét	Lineáris programozás, egészértékű lineáris programozás, Hoffman-Kruskal-tétel. Gráfelméleti problémák (független és lefogó csúcshalmazok, élhalmazok) vizsgálata egészértékű lineáris programozási feladatként. TE: A hallgató a lineáris programozás áttekintése után megismeri az egészértékű lineáris programozás témakörét, az egészértékű dualitás és teljesen unimoduláris mátrixok kapcsolatát, és ennek alkalmazását.
4. hét	Hozzárendelési probléma, magyar módszer. Kvadratikus hozzárendelési probléma. TE: A hallgató megismeri a hozzárendelési problémát és megoldási módszerét.
5. hét	Lefogó csúcshalmaz probléma súlyozatlan és súlyozott változata, közelítő megoldások. TE: A hallgató megismeri a lefogó csúcshalmaz problémán keresztül a közelítő megoldás keresés lehetőségeit.

6. hét	Halmazlefedési probléma, Chvátal közelítő módszere. TE: A hallgató megismeri a halmazlefedési problémát és közelítő megoldási módszerét.
7. hét	Kínai postás probléma és megoldása. TE: A hallgató megismeri a kínai postás problémát és megoldási módszerét.
8. hét	Utazó ügynök probléma metrikus és nem metrikus változata, közelítő módszerek a metrikus esetben, Christofides módszere. TE: A hallgató megismeri az utazó ügynök problémát és közelítő megoldási módszereit.
9. hét	Steiner-fa probléma és közelítő megoldása. TE: A hallgató megismeri a Steiner-fa problémát és közelítő megoldási módszerét.
10. hét	Ládapakolási probléma és közelítő megoldása az NF, FF, FFD módszerekkel. TE: A hallgató megismeri a ládapakolási problémát és közelítő megoldási módszereit.
11. hét	Hálózatok és folyamok, maximális folyam−minimális vágás probléma, Ford-Fulkerson-tétel. TE: A hallgató megismeri a hálózatok és folyamok témakörének fogalmait és tételeit.
12. hét	Ford-Fulkerson-módszer, egész kapacitású hálózatok, Edmonds-Karp-tétel. Hálózati folyamok és lineáris programozás. TE: A hallgató megismeri a hálózati folyamok problémáira szolgáló megoldási módszer működését, valamint a problémák lineáris programozással való kapcsolatát.
13. hét	Többtermelős, többfogyasztós hálózatok, hálózatok csúcskapacitással. Ford-Fulkerson-tétel elméleti következményei. TE: A hallgató megismeri a hálózati folyamok problémájának általánosításai, valamint elméleti következményeit.
14. hét	Mohó algoritmus leszálló halmazrendszerekre, matroidok, példák matroidokra. TE: A hallgató megismeri a mohó algoritmusok kapcsán a matroidokat.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Kombinatorika és alkalmazásai**	Kódja:	**TTMME0108**
	angolul:	**Combinatorics and Applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	–

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a formális hatványsorok elméletét, illetve az olyan alapvető jelentőséggel bíró leszámláló kombinatorikai fogalmakat, mint a Stirling-, Bell-, Lah-, Fubini-, Euler- és Catalan-számok. További cél, hogy jártasságot szerezzenek halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdésekben, továbbá a blokkrendszerek elméletében és alkalmazásában.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a formális hatványsorok elméletét, továbbá a generátorfüggvények módszerének alkalmazását például lineáris rekurzív sorozatok megoldására. Összefüggéseiben is ismeri a leszámláló kombinatorikában alapvető jelentőséggel bíró Stirling- és Bell-számokat, illetve ezek különböző variánsait. Jártas a halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdésekben, továbbá a blokkrendszerek elméletében és alkalmazásában.

Képesség:

Az elsajátított tudás birtokában képes műveletek elvégzésére formális hatványsorokkal, továbbá rekurzív sorozatok megoldására. Magabiztosan alkalmazza a leszámláló kombinatorika klasszikus módszereit, a matematika különböző ágaiból tanultakat extremális halmazrendszerekkel és blokkrendszerekkel kapcsolatos problémák megoldása során.

Attitűd:

Törekszik a leszámláló kombinatorika és halmazrendszerek problémaköréhez tartozó ismeretek közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá a legújabb eredmények megismerésére. Nyitott a megszerzett tudásanyag széleskörben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg a kombinatorika területén megszerzett tudásának mértékét, az elsajátított módszerek alkalmazhatóságát és korlátait. Tisztában van a kombinatorikus gondolkodásmód fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák során alkalmazható módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Formális hatványsorok, sorozatok generátorfüggvénye és exponenciális generátorfüggvénye. Permutációkkal és osztályozásokkal kapcsolatos leszámlálási problémák (Stirling-számok, Bell-számok és változataik, Euler-számok, szubfaktoriálisok). Catalan-számok. Halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdések, Sperner-rendszerek, metsző rendszerek. Blokkrendszerek, Steiner-rendszerek, szimmetrikus és feloldható blokkrendszerek. Véges projektív és véges affin síkok, ortogonális latin négyzetek, Hadamard-mátrixok.

Formal power series, generating functions and exponential generating functions of sequences. Enumeration problems connected to permutations and partitions (Stirling numbers, Bell numbers and variations, Eulerian numbers, subfactorials). Catalan numbers. Extremal set theory, Sperner systems, intersecting systems. Block designs, Steiner systems, symmetric and resolvable block designs. Finite projective and affine planes, orthogonal latin squares, Hadamard matrices.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Hajnal Péter: Összeszámlálási problémák, Polygon, 1997.

Hajnal Péter: Halmazrendszerek, Polygon, 2002.

Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, Oren Patashnik: Konkrét matematika, Műszaki Könyvkiadó, 1998.

Martin Aigner: A Course in Enumeration, Springer-Verlag, 2007.

Stasys Jukna: Extremal Combinatorics, Springer-Verlag, 2011.

Douglas R. Stinson: Combinatorial Designs, Springer-Verlag, 2004.

Heti bontott tematika	
1. hét	Kombinatorikai alapfogalmak és alapvető tételek ismétlése. TE: A hallgató feleleveníti a korábban tanult kombinatorikai ismereteit.
2. hét	Formális hatványsorok, sorozatok generátorfüggvénye és exponenciális generátorfüggvénye. Lineáris rekurzív sorozatok főtétele. TE: A hallgató megismeri a formális hatványsorok elméletét, a generátorfüggvények módszerének alkalmazását lineáris rekurzív sorozatokra.
3. hét	Binomiális együtthatók, elsőfajú és másodfajú Stirling-számok fogalma és tulajdonságaik. TE: A hallgató megismeri a felsorolt leszámláló kombinatorikai számokat és tulajdonságaikat.
4. hét	Bell-számok, Fubini-számok, Lah-számok fogalma és tulajdonságaik. TE: A hallgató megismeri a felsorolt leszámláló kombinatorikai számokat és tulajdonságaikat.
5. hét	Euler-számok, Euler-féle cikkcakk számok fogalma és tulajdonságaik. TE: A hallgató megismeri a felsorolt leszámláló kombinatorikai számokat és tulajdonságaikat.
6. hét	Szubfaktoriálisok fogalma és tulajdonságai, fixpontok és inverziók számával kapcsolatos leszámlálási problémák. TE: A hallgató megismeri a felsorolt leszámláló kombinatorikai számokat és tulajdonságaikat.
7. hét	Catalan-számok fogalma és tulajdonságai, Catalan-számokra vezető problémák. TE: A hallgató megismeri a Catalan-számokat és néhány Catalan-számokra vezető problémát.
8. hét	Láncok, hatványhalmaz felbontása diszjunkt szimmetrikus láncok uniójára. Antiláncok, Sperner-rendszerek, Sperner-tétel, LYM-egyenlőtlenség. TE: A hallgató megismeri a láncok és antiláncok témakörét, a Sperner-rendszerekre vonatkozó extremális problémát.
9. hét	Metsző rendszerek, Erdős-Ko-Rado-tétel. Adott elemszámú metszettel rendelkező metsző rendszerek, Fisher-egyenlőtlenség. TE: A hallgató megismeri a metsző rendszerekre vonatkozó extremális problémákat.
10. hét	Blokkrendszerek fogalma, oszthatósági feltételek, Fisher-egyenlőtlenség. Steiner-rendszerek, Steiner-kvázicsoportok. TE: A hallgató megismeri a blokkrendszerek elméletét, azon belül a Steiner-rendszerek létezésének kérdéseit.
11. hét	Szimmetrikus blokkrendszerek, Bruck-Ryser-Chowla-tétel. Feloldható blokkrendszerek. TE: A hallgató megismeri a szimmetrikus és feloldható blokkrendszerek témakörét.
12. hét	Véges projektív és véges affin síkok mint blokkrendszerek, létezési kérdések. TE: A hallgató megismeri a véges projektív és véges affin síkok témakörét.
13. hét	Latin négyzetek, ortogonális latin négyzetek fogalma és létezése. Páronként ortogonális latin négyzetek és véges affin síkok. TE: A hallgató megismeri a latin négyzetek témakörét és kapcsolatát a blokkrendszerekkel.
14. hét	Hadamard-mátrixok fogalma, tulajdonságai és létezése, Hadamard-mátrixok és blokkrendszerek. TE: A hallgató megismeri az Hadamard-mátrixok témakörét és kapcsolatát a blokkrendszerekkel.

A tantárgy neve:	magyarul:	**WWW és hálózatok matematikája**	Kódja:	**TTMME0109**
	angolul:	**Mathematics of networks and the www**		
2017/2018/1				

Felelős oktatási egység:				**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**						
Kötelező előtanulmány neve:				Gráfelmélet és alkalmazásai					Kódja:	TTMME0104
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**1**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**4**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		**Dr. Tengely Szabolcs**			beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a modern technológiában szereplő hálózatok matematikai hátterét, a GPS rendszer működési elvét, a lineáris shift regisztereket, az interneten használt keresőrendszerek elméletének alapjait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben ismeri a World Wide Web és általában a hálózatok modellezésében, tanulmányozásában szerepet játszó absztrakt matematikai fogalmakat, eredményeket és módszereket. Birtokában a kapcsolódó gyakorlati problémák során a modellezéshez, szimuláláshoz szükséges ismereteknek.

Képesség:

Képes a matematika eszközeit felhasználni a hálózatok modellezése és tanulmányozása során. Ezeket az eszközöket értő és alkotó módon használja, képes a felmerülő probléma igényeihez igazodni.

Attitűd:

Igénye van megismerni a World Wide Web és általában a hálózatok matematikai hátterét, erre vonatkozó tudását gyarapítani és kapcsolódó kompetenciáit fejleszteni. Nyitott és fogékony az elsajátított ismeretek modern elméleti és gyakorlati problémák során hasznosítani.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be a hálózatok matematikájával kapcsolatos ismereteit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Autonóm módon választja meg az egyes elméleti és alkalmazott problémák során felhasználható eredményeket.

A kurzus tartalma, témakörei

A GPS rendszer működése, lineáris shift regiszterek. Keresőalgoritmusok: PageRank, HITS, SALSA.

Workings of the GPS, linear shift registers. Search algorithms: PageRank, HITS, SALSA.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az elméleti anyag frontális munkával történő ismertetése. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Rousseau, Christiane, Saint-Aubin, Yvan: Mathematics and Technology, Springer, 2008

J. Kleinberg.: Authoritative sources in a hyperlinked environment.

Heti bontott tematika

I. hét	A GPS rendszer működési elve. A pozíció kiszámításának egyenletei. TE: A hallgató képessé válik a GPS használata közben fellépő egyenletek meghatározására.
II. hét	Lineáris shift regiszterek alkalmazása. TE: A hallgató megismeri a GPS kommunikáció során használt lineáris shift regiszterek tulajdonságait.
III. hét	Irányított gráfok és átmeneti mátrixok. A kapcsolódó lineáris algebrai eredmények. TE: A hallgató képessé válik gráfok különböző mátrixainak meghatározására és felhasználására a gráf elemzéséhez.
IV. hét	A Frobenius-Perron tétel és alkalmazásai. TE: A hallgató megismeri a Frobenius-Perron tételt és néhány egyszerűbb alkalmazását.
V. hét	Keresőrendszerek, a Google PageRank algoritmusának alapjai. TE: A hallgató megismeri a PageRank algoritmus alapvető lépéseit és képessé válik kis méretű gráfokon alkalmazni.
VI. hét	Véletlen bolyongások és a személyre szabott PageRank. TE: A hallgató megismeri a gráfokon történő véletlen bolyongás matematikai leírásának rendszerét.
VII. hét	A HITS algoritmus bemutatása, alkalmazásának lehetőségei. TE: A hallgató megismeri a HITS algoritmusban alkalmazott eljárásokat.
VIII. hét	A SALSA algoritmus bemutatása, alkalmazásának lehetőségei. TE: A hallgató megismeri a SALSA algoritmusban alkalmazott eljárásokat.
IX. hét	Gráfok spektrál felbontása. TE: A hallgató megismeri a gráfok és a hozzátartozó mátrixok sajátértékeinek tulajdonságait.
X. hét	Véletlen gráf modellek és hálózatok. TE: A hallgató képessé válik különböző véletlen gráf modellek létrehozására.
XI. hét	Milgram kísérlet és kis világ modellek. TE: A hallgató megismeri a véletlen gráfok átmérőjére vonatkozó alapvető eredményeket.
XII. hét	Kleinberg-féle navigáció kis világ modellekben. TE: A hallgató megismeri a kis világ modellt követő gráfokra vonatkozó eljárásokat.
XIII. hét	Elosztott rendszerek és számítások. Néhány érdekes futó projekt bemutatása. TE: A hallgató megismeri a hálózaton elosztott nagy számítási kapacitást igénylő projekteket.
XIV. hét	Elosztott rendszereknél és felhő alapú számításoknál használt programozási nyelvek, szoftverek. TE: A hallgató képessé válik egyszerűbb eljárások kezelésére felhő alapú programozási nyelvekkel kapcsolatban.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Kriptográfia és adatbiztonság**	Kódja:	**TTMME0110**
	angolul:	**Cryptography and data security**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Véges testek és alkalmazásaik	Kódja:	TTMME0105

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Tengely Szabolcs**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a klasszikus és modern titkosítási rendszerekkel kapcsolatos legfontosabb követelményeket, a kapcsolódó matematikai eszközöket és azok szerepét.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben és rendszerszinten ismeri a szimmetrikus és a nyilvános kulcsú kriptorendszerek legfontosabb példáit, azok biztonságát alátámasztó matematikai problémákat és a kapcsolódó matematikai eszközöket. Tisztában van a szimmetrikus és nyilvános kulcsú titkosítók felépítésének alapvető szempontjaival.

Képesség:

Képes matematika területén megszerzett ismereteit alkotó módon felhasználni szimmetrikus és nyilvános kulcsú kriptorendszerek tanulmányozása és felépítése során. Képes értő módon összekapcsolni ezeket a megvalósítás során fellépő igényekkel.

Attitűd:

Törekszik matematikai ismereteit a kriptográfia és adatbiztonság aktív tudományterületén hasznosítani, ennek lehetőségeit minél szélesebb körben megismerni. Nyitott és fogékony alkalmazott matematikai tudásának gyarapítására, különös tekintettel kriptorendszerek biztonságában központi szerepet játszó klasszikus és modern problémák mélyebb megismerésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be az egyes szimmetrikus és nyilvános kulcsú kriptorendszerek alkalmazhatóságát és annak korlátait a megfogalmazott célok és biztonsági követelmények függvényében. Magas szintű tudását képes és önállóan alkalmazza a mindennapos digitális kommunikáció során felmerülő kriptográfiai problémák kezelésére, megoldására.

A kurzus tartalma, témakörei

Klasszikus titkosítási rendszerek. Az Enigma. Szimmetrikus rendszerek, nyilvános kulcsú rendszerek. Titokmegosztás módszerei. Pseudo-véletlen számok generálása.

Classical cryptographic systems.. Enigma. Symmetric systems, public-key cryptography. Methods for secret sharing. Generating pseudorandom numbers.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Nigel Smart: Cryptography: An Introduction

Heti bontott tematika	
1. hét	Klasszikus/történelmi titkosítási rendszerek bemutatása. TE: A hallgató megismeri a titkosításra használt kezdetleges eljárásokat.
2. hét	A konvencionális titkosítók analízise. TE: A hallgató megismeri a klasszikus titkosítási rendszerekkel kapcsolatos alapvető matematikai struktúrákat.
3. hét	Blokk- és folyamtitkosítók. TE: A hallgató képessé válik blokk- és folyamtitkosítási rendszerek kezelésére.
4. hét	Szimmetrikus (titkos) kulcsú rendszerek. TE: A hallgató megismeri a szimmetrikus kulcsú rendszerekben alkalmazott matematikai struktúrákat.
5. hét	Hash függvények használata, tervezése. TE: A hallgató képessé válik egyszerűbb hash függvények készítésére.
6. hét	Nyilvános kulcsú titkosítás. RSA, ElGamal. TE: A hallgató képessé válik szövegek titkosítására az RSA algoritmus segítségével.
7. hét	Támadási módszerek az RSA ellen. TE: A hallgató megismeri néhány ismert támadási módszert az RSA rendszer ellen.
8. hét	Nyilvános kulcsú titkosítás. Rabin, Paillier. TE: A hallgató megismeri a Rabin és Paillier rendszerek matematikai hátterét.
9. hét	Kulcsegyeztetés, Diffie–Hellman, elektronikus aláírás. TE: A hallgató megismeri a Diffie-Hellman kulcscsere néhány implementációjának lehetőségét.
10. hét	Elliptikus görbéken alapuló titkosítási rendszerek bemutatása. TE: A hallgató megismeri az elliptikus görbés titkosítás matematikai hátterét.
11. hét	Titokmegosztó rendszerek bemutatása. TE: A hallgató megismeri néhány titokmegosztásra vonatkozó eljárás matematikai hátterét.
12. hét	Pszeudo-véletlen számok generálása, szerepük a titkosításban. TE: A hallgató képessé válik pszeudo-véletlen számok generálására.
13. hét	Néhány titkosítási rendszer, amelyhez találtak hatékony törési eljárást. TE: A hallgató megismeri a törési eljárásokat a Merkle–Hellman és Ariffin-Abu rendszerek esetében.
14. hét	Adatvédelmi rendszerek felépítése, nemzetközi és hazai szabványok és projektek. TE: A hallgató megismeri az adatvédelemmel kapcsolatos nemzetközi és hazai szabványokat.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algebrai kódelmélet**	Kódja:	**TTMME0111**
	angolul:	**Algebraic coding theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Véges testek és alkalmazásaik	Kódja:	TTMME0105

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Pink István**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az algebrai kódelmélet alapfogalmait, a legfontosabb lineáris, blokk, ciklikus és egyéb típusú kódokat, ezek tulajdonságait, valamint hogy jártasságot szerezzenek a kódolásban és dekódolásban.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a hibajavító kódolás alapjait, összefüggéseiben ismeri a legfontosabb lineáris és ciklikus kódokat. Jártas a kódolással és dekódolással kapcsolatos módszerekben, ismeri a kódok aszimptotikájával kapcsolatos fogalmakat. Ismeri a leghatékonyabb kódolások tulajdonságait, alkalmazhatóságait és korlátait.

Képesség:

Képes az algebrai kódolás területén megszerzett ismereteit elméleti és alkalmazott problémák megoldására alkalmazni. Magabiztosan használja a legfontosabb kódokat, például az Hadamard, BCH, Reed-Solomon kódolást. Képes különböző testek feletti kódok összehasonlítására.

Attitűd:

Törekszik az algebrai kódelmélet módszereinek megismerésére és elsajátítására. Törekszik a kódelmélet fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására. Nyitott az elsajátított ismeretek alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen és reálisan ítéli meg a kódelmélet területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Magas szintű ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó eljárásokat.

A kurzus tartalma, témakörei

Hibajavító kódolás alapjai, lineáris kódok, blokk kódok, ciklikus kódok, példák: Hamming kód, Hadamard kód, Golay kód, BCH kód, Reed-Solomon kód. Kódolás és dekódolás, aszimptotikák. Becslések kód méretére. Entrópia, Shannon-kapacitás. Önduális kód, Reed-Muller kód, Goppa kód, tökéletes kódok. Konvolúciós kódok, kvadratikus maradék kódok. Gyakorlati alkalmazások, a CD kódolása és dekódolása.

Introduction to error correcting codes, linear codes, block codes, cyclic codes, examples: Hamming-code, Hadamard-code, Golay-code, BCH-code, Reed-Solomon-code. Coding and decoding, asymptotics. Bounds on the size of codes. Enthropy, Shannon-capacity. Self-dual codes, Reed-Muller-codes, Goppa-codes, perfect codes. Convolution codes, quadratic residue codes. Practical applications, coding and decoding of the CD.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Györfi L., Győri S., Vajda I., Információ- és kódelmélet, Typotex, 2010.
G. Birkhoff, T. C. Bartee, Modern algebra a számítógéptudományban, Műszaki, 1974.
J. H. van Lindt, Introduction to Coding Theory, Springer, GTM, 1982.
E. R. Berlekamp: Algebraic Coding Theory, Aegean Park Press, 1984.

Heti bontott tematika	
1. hét	Kódolás, dekódolás, blokk-kódok, Hamming-kód, korlátok. TE: A hallgató megismeri a hibajavító kódolás alapjait.
2. hét	Tökéletes kód. Hadamard mátrixok, Hadamard kód. TE: A hallgató képessé válik a Hadamard kód használatára.
3. hét	Lineáris kódok, bináris Golay-kód. TE: A hallgató képessé válik a Golay-kód használatára.
4. hét	Ciklikus kódok. TE: A hallgató képessé válik a ciklikus kódok használatára.
5. hét	BCH kód, minimális távolság, aszimptotika, dekódolás. TE: A hallgató képessé válik a BCH kódolás használatára.
6. hét	Reed-Solomon kód, minimálos távolság, dekódolás, aszimptotika. A CD kódolása, Peterson-Gorenstein-Zierler dekódoló algoritmusa. TE: A hallgató képessé válik a Reed-Solomon kódolás használatára.
7. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.
8. hét	Adott hossz és minimális távolság esetén becslések a kód méretére: Hamming, Singleton, Plotkin, Griesmer, Varsamov-Gilbert, Justesen, Elias, McElice tételei. TE: A hallgató képessé válik becsléseket adni kódok méretére.
9. hét	Entrópia, Shannon-kapacitás. Súlyszámláló polinom, MacWilliams tétele duális kód súly-számláló polinomjára. TE: A hallgató képessé válik entrópia és súlyszámláló polinomok kiszámolására.
10. hét	Önduális kódok, Gleason két tétele a súlyszámláló polinomról. Delsartz tétele F_(q^m) és F_q feletti kódok kapcsolatáról. TE: A hallgató képessé válik különböző testek feletti kódok összehasonlítására.
11. hét	Reed-Muller kódok, példák. Goppa kód, aszimptotika. TE: A hallgató képessé válik a Reed-Muller és Goppa kódok használatára.
12. hét	Tökéletes kódok, példák, Tietavainen tétele. TE: A hallgató elsajátítja a leghatékonyabb kódolások tulajdonságait.
13. hét	Konvolúciós kódok, kvadratikus maradék kódok. TE: A hallgató képessé válik konvolúciós kódok használatára.
14. hét	Zárthelyi dolgozat.

	TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Diszkrét matematikai módszerek a képfeldolgozásban**	Kódja:	**TTMME0112**
	angolul:	**Discrete mathematical methods in digital image processing**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**1**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**4**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Hajdu Lajos**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a digitális topológia és geometria központi objektumait és fogalmait, ennek segítségével pedig a digitális képfeldolgozás egy rendkívül aktív területét a diszkrét matematikai módszerekkel történő képfeldolgozást.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a digitális képfeldolgozás diszkrét matematikai módszereihez kapcsolódó absztrakt objektumokat és fogalmakat, az ezekre vonatkozó eredményeket, eszközöket. Birtokában van az alkalmazott eljárások használatához szükséges elméleti és gyakorlati ismereteknek.

Képesség:

Képes haladó diszkrét matematikai módszereket felhasználni a digitális képfeldolgozás tudományos, gazdasági és műszaki környezetben felmerülő elméleti és gyakorlati problémák során. Képes a terület problémáit más területek szakemberei számára értő módon tolmácsolni, velük szakmai kommunikációt folytatni. Ismereteit alkotó módon kombinálja.

Attitűd:

Nyitott és fogékony a digitális képfeldolgozás aktív területén alkalmazott diszkrét matematikai módszerek elsajátítására, azoknak széleskörű tudományos, gazdasági és műszaki hasznosítására. Törekszik idevágó ismereteinek folyamatos gyarapítására, új kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be a diszkrét matematikai módszerek alkalmazhatóságát és annak korlátait a digitális képfeldolgozás területén. Saját tudását reálisan ítéli meg. Magas szintű ismeretek birtokában önállóan vagy más területek szakembereivel együttműködve felelősen vesz részt elméleti és gyakorlati problémák kezelésében, megoldásában.

A kurzus tartalma, témakörei

A digitális topológia és a digitális geometria alapjai. Digitális egyenesek, digitális görbék. Digitális metrikák, távolságtranszformációk. A matematikai morfológia alapjai. Képtranszformációk. A statisztikus alakfelismerés alapjai. Képfeldolgozó programcsomagok.

Introduction to digital topology and digital geometry. Digital lines, digital curves. Digital metrics, distance transformations. Introduction to mathematical morphology. Image transformations. Introduction to statistical shape recognition. Computational programs for image processing.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az elméleti anyag frontális munkával történő ismertetése. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

R.C. Gonzalez, R.E Woods: Digital Image Processing, 3rd Edition, Prentice Hall, 2008.

R.C. Gonzalez, R.E Woods: Digital Image Processing using MATLAB, Prentice Hall, 2004.

Reinhard Klette, Azriel Rosenfeld: Digital Geometry: Geometric Methods for Digital Picture Analysis, Morgan Kaufmann, 2004.

Heti bontott tematika

1. hét	Képreprezentáció: rácspont- és rácscella modell. Szomszédság, összefüggőség. Összefüggő komponensek. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik a képreprezentáció elvégzésére különböző modellekben.
2. hét	Diszkrét távolságfüggvények és metrikák. Távolságmérés a rácspont- és a rácscella-modellben. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik távolságmérésre különböző modellekben.
3. hét	Szomszédsági struktúrák, szomszédsági gráfok. Irányított szomszédsági gráfok. Voronoi-cellák. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik a szomszédsági struktúrák alapvető viszonyainak feltárására.
4. hét	Egybeesési (incidence) struktúrák. Komponensek, tartományok, határ. Nyílt és zárt tartományok. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik diszkrét tartományok határának és komponenseinek meghatározására.
5. hét	Diszkrét topológiák. Görbék és felületek egybeesési és szomszédsági rácsokon. Görbék és felületek elválasztása. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik görbék és felületek elválasztására diszkrét topológiai eszközökkel.
6. hét	Diszkrét egyenesek és tulajdonságaik: periodicitás, számelméleti tulajdonságok. Digitális szakasz hossza. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik diszkrét egyenesekkel kapcsolatos problémák kezelésére.
7. hét	Diszkrét síkgörbék, ívhossz, görbület. Sarokpontok meghatározása. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik diszkrét síkgörbék alapvető tulajdonságainak meghatározására.
8. hét	Diszkrét konvexitás a síkon, konvex burok. Voronoi-diagram, Euklideszi diagramok, diszkrét diagramok. Diagramok képeken. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik diszkrét konvexitási vizsgálatok elvégzésére.
9. hét	Transzformációk a képen. Geometriai transzformációk: szomszédságmegőrző transzformációk, távolságtranszformációk. Nagyítás és kicsinyítés. Fourier-transzformációk. Konvolúciós, korrelációs eljárások. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik geometriai és Fourier képtranszformációk végrehajtására.
10. hét	Morfológiai operátorok: dilatáció, erózió, szimplifikáció, szegmentáció, dekompozíció. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik különböző morfológiai operátorok használatára.
11. hét	Deformációk. Topológiát megőrző deformációk. Váz, vékonyítás. Digitális görbék deformációja. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével.

	TE: A hallgató képessé válik különböző deformációk végrehajtására, vizsgálatára és alkalmazására.
12. hét	Objektumleírás, éldetektálás, szegmentálás. Súlyozott gráfelméleti eszközök és algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik objektumok leírására és szegmentálására.
13. hét	Képi leírók: alak- és határleírók, régió leírók. Sajátságvektorok. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik különböző képi leírók használatára.
14. hét	Objektumfelismerés. A sajátságvektorok összehasonlítása távolságleírók és statisztikai eszközök felhasználásával. Kapcsolódó feladatok megoldása a MATLAB segítségével. TE: A hallgató képessé válik objektumok felismerésére különböző távolságleírók és statisztikai eszközök segítségével.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Operációkutatás**	Kódja:	**TTMME0202**
	angolul:	**Operation research**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Mészáros Fruzsina**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a lineáris programozási feladatok különböző fajtáit, ezek megoldási módszereit, továbbá a lineáris programozási modellek alkalmazhatóságát más tudományterületeken.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika módszereit az operációkutatás területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit az operációkutatás területén.
T3: Jártas az operációkutatás, a lineáris algebra és a klasszikus analízis közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.
T5: Alkotó módon ismeri a matematikai bizonyítás alapelveit, módszereit.

Képesség:

K1: Képes az operációkutatás területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az operációkutatás fogalmait.
K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére és magas szintű, az operációkutatás eszközeivel megalapozott értékelésére.
K5: Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljei megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.
K6: Képes a gyakorlati életben megfigyelhető összefüggések absztrakt szinten történő megragadására.

Attitűd:

A1: Törekszik az operációkutatás új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik az operációkutatás eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A5: Nyitott és fogékony az operációkutatás területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
A7: Tudatában van annak, hogy az operációkutatás során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a konvex optimalizálás területén megszerzett tudásának mértékét.
F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.

A kurzus tartalma, témakörei

Lineáris programozási feladatra vezető problémák. Konvex poliéderek extremális pontjai, szimplex algoritmus és geometriája, érzékenységvizsgálat. Dualitás. Szállítási és hozzárendelési modell, hálózati modellek. Speciális lineáris programozási modellek.

Problems reducible to linear programming tasks. Extreme points of convex polyhedra, simplex algorithm and its geometry, sensitivity analysis. Duality. Transportation and assignment model, network models. Special linear programming models.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve, segédanyagok biztosítása, syllabus rendelkezésre bocsátása, szükség esetén személyes konzultáció lehetősége.

Értékelés

Írásbeli vagy szóbeli vizsga formájában. Kiemelkedő évközi munka és a tárgyhoz tartozó gyakorlaton írt zárthelyi dolgozat vagy elméletből írt beszámoló dolgozat esetén az oktató élhet a jegymegajánlás lehetőségével.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. Ronert Vanderbei: *Linear programming, foundations and extensions*, Kluwer Academic Publishers, 1998.
2. Dinitris Bertsimas, John Tsitsiklis: *Introduction to Linear optimization*, Athena Scientific Series in Optimization and Neural Computation, 1997.
3. Bajalinov Erik, Imreh Balázs: *Operációkutatás*, Polygon, 2005.

Heti bontott tematika	
1. hét	Bevezető példák (optimális termékösszetétel, táplálkozási probléma), történeti áttekintés. TE: A hallgató megismeri és megérti a lineáris programozás alapproblémáját.
2. hét	Lineár programozási probléma általános modellje, szimplex módszer. TE:A hallgató megérti az általános modell matematikai hátterét és elkezdi megismerni a megoldás módját.
3. hét	Degeneráltság, lexikografikus módszer. Lineáris programozás alaptétele. TE: A hallgató megismeri a lineáris programozás alaptételét.
4. hét	A szimplex algoritmus hatékonysága, szükséges lépésszám elemzése, legrosszabb eset, átlagos eset. TE:A hallgató megtanulja a szimplex módszer alkalmazása során fellépő különböző esetek kezelését.
5. hét	Dualitás I. Duális feladat speciális esetben, gyenge dualitási tétel, Farkas lemma. TE:A hallgató megismeri a duális feladatot és a gyenge dualitási tételt.
6. hét	Dualitás II. Erős dualitási tétel, duális szimplex módszer, duális feladat általában. TE:A hallgató megérti a duális szimplex módszer során alkalmazott matematikai lépéseket.
7. hét	Szimplex módszer mátrixos alakban, szimplex tábla, egy- és kétfázisú szimplex módszer. TE:A hallgató megérti az egy- és kétfázisú szimplex módszer közti különbséget.
8. hét	Érzékenység vizsgálat, primál-duál szimplex módszer. TE: A hallgató megtanulja a primál-duál szimplex módszert.
9. hét	Általános alakú feladat visszavezetése standard alakúra. TE: A hallgató megismeri az általános modell standard alakúra való visszavezetésének technikáját.
10. hét	Szimplex módszer geometriája. TE: A hallgató megismerkedik a módszerhez tartozó geometriával.
11. hét	Szállítási feladat I. TE:A hallgató megismeri a szállítási probléma feltételeit és a feladat felírását.
12. hét	Szállítási feladat II. Hurokszerkesztés.

	TE:A hallgató megérti a szállítási feladat megoldását.
13. hét	Hozzárendelési feladat I. TE: A hallgató megismeri a hozzárendelési feladatot.
14. hét	Hozzárendelési feladat II. TE:A hallgató megérti a hozzárendelési feladat megoldását.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Funkcionálanalízis**	Kódja:	**TTMME0203**
	angolul:	**Functional analysis**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Páles Zsolt**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek a Hilbert terek és a modern operátorelmélet egyes elemeivel a vonatkozó definíciók, tételek és bizonyítások tekintetében.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Rendszerszinten ismeri a matematika tudományának módszereit a funkcionálanalízis területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a funkcinálanalízis területén.
-T3: Jártas a klasszikus analízis, klasszikus és lineáris algebra, geometria közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
-T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

-K1: Képes a funkcinálanalízis területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a funkcinálanalízis fogalmakait.
-K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére a funkcinálanalízis segítségével.
-K4: Képes a funkcinálanalízisben megkülönböztetni a megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
-K10: Képes a funkcinálanalízis alkalmazására a természettudományok, különösen a fizikában felvetett problémákban.

Attitűd:

-A1: Törekszik a funkcinálanalízis új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a funkcinálanalízis eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a funkcinálanalízis a megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokait.
-A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tfunkcinálanalízis eszközeivel megalapozott értékelésére.
-A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
-A7: Tudatában van annak, hogy a funkcinálanalízisben szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a funkcinálanalízis területén megszerzett tudásának mértékét.
-F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
-F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Hilbert tér, ortogonális felbontás tétele, Fourier sor, Bessel egyenlőtlenség, Gram-Schmidt eljárás, Riesz tétel, adjungált, önadjunált operátorok, Projekciók, kompakt operátorok Hilbert tereken, K(H) zártsága, kompakt operátorok spektruma, Fredholm alternatíva, kompakt önadjungált és normális operátorok spektráltétele, függvénykalkulus kompakt normális operátorokra, pozitív operátorok, Hilbert-Schmidt operátorok, nem korlátos operátorok Hilbert tereken.

Hilbert space, the orthogonal decomposition theorem, Fourier series, Bessel inequality, Gram–Schmidt orthogonalization process, Riesz theorem, adjoint and self-adjoint operators, projections, compact operators on Hilbert spaces, closedness of C(H), the spectrum of compact operators, Fredholm alternative, spectral theorem for compact self-adjoint and normal operators, functional calculus for compact normal operators, positive operators, Hilbert-

Schmidt operators, unbounded operators on Hilbert spaces.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés

Írásbeli vagy szóbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. Járai A.: *Modern alkalmazott analízis*, Typotex Könyvkiadó, 2007.
2. J. B. Conway, *A course in functional analysis*, Springer, 1989.
3. N. J. Dunford, J. T. Schwartz, *Linear operators*, Interscience Publishers, 1957.
4. N. I. Akhiezer, I.M. Glazman, *Theory of linear operators in Hilbert space*, Dover Publications, 1993

Heti bontott tematika	
1. hét	Belső szorzat ter, Hilbert tér, halmaz ortogonális komplementere. TE: A hallgató megismeri a belsőszorzat tereket, megérti azok lineáris algebrai és geometria vonatkozásait, képes a korábbi bevezető tárgyak anyagát mélyebb összefüggésekben látni.
2. hét	Ortogonális felbontás tétele, ortogonális sorok konvergenciája. TE: A hallgató megérti az euklideszi tereken túl mutató absztraktciót, képes a merőlegesség fogalmát a megismert tételek összefüggéseiben újraértelmezni.
3. hét	Fourier sor, Bessel egyenlőtlenség, a teljesség és vele ekvivalens állítások. TE: A hallgató tovább mélyíti a metrikus és normált terek fogalmát, képes átlátni ezek kapcsolatát a belsőszorzat terekkel.
4. hét	Példák ortonormált rendszerekre Hilbert terekben. TE: A hallgató a példák segítségével elmélyíti és megtanulja az ortonormált rendszerekhez kötődő alapvető eredményeket.
5. hét	Gram-Schmidt eljárás, Riesz tétel, adjungált operátorok. TE A hallgató megismeri a lineáris algebra korábban megismert fogalmainak és tételeinek absztraktabb változatát. Képes a szemléletmódot elsajátítani, azon kersztül a ‚ár tanultakat mélyebb összefüggéseiben látni.
6. hét	Projekciók. TE: A hallgató megismeri és megtanulja a projekciók alapvető tulajdonságait.
7. hét	Kompakt operátorok Hilbert tereken, K(H) zártsága. TE: A hallgató megismeri a kompakt operátor fogalmát, képes azt összehasonlítani a folytonos operátorokkal, megérti a köztük lévő hasonlóságokat és különbségeket.
8. hét	Konvergens operátorsorozat és kompakt operátor összetétele, véges rangú operátorok kapcsolata. TE: A hallgató megismeri a véges rangú operátorok alaptulajdonságait, ezeken keresztül megérti azok jelentőségét a kompakt operátorok elméletében.
9. hét	Kompakt operátorok spektruma.

	TE: A hallgató elsajátítja a fönt jelzett témakört, képes azt elemző módon összehasonlítani a mátrixelméletből ismert eredményekkel.
10. hét	Fredholm alternatíva, kompakt önadjungált operátorok spektráltétele. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a fönt jelzett témakört, megérti kapcsolódási pontjait a lineáris algebrához.
11. hét	Kompakt normális operátorok spektráltétele. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a fönt jelzett témakört, megérti kapcsolódási pontjait a lineáris algebrához.
12. hét	Függvénykalkulus kompakt normális operátorokra, pozitív operátorok. TE: A hallgató megismeri a függvénykalkulus elemeit, érti kapcsolatát a komplex elemi függvényekkel, átlátja kapcsolatát a differenciálegyenletek elméletével.
13. hét	Hilbert-Schmidt operátorok. TE: A hallgató megismeri a jelzett témakör alapfogalmait és eredményeit.
14. hét	Nem korlátos operátorok Hilbert tereken. TE: a hallgató megismeri a fent jelzett témakör alapjait, képes eredményeit összevetni és beágyazni az anyagban tanultakkal.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Parciális differenciálegyenletek**							Kódja:	**TTMME0204**	
	angolul:	**Partial differential equations**									
2017/2018/1											
Felelős oktatási egység:		**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**									
Kötelező előtanulmány neve:		-							Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve	
		Előadás		Gyakorlat		Labor					
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**	
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves					
Tantárgyfelelős oktató		neve:		**Dr. Fazekas Borbála**				beosztása:	**egyetemi tanársegéd**		

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a parciális differenciálegyenletek elméletének alapvető eredményeit, találkozzanak a fontosabb egyenlettípusokkal és azok megoldási módszerével.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri a matematika eredményeit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
T4: Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

K1: Képes a parciális differenciálegyenletek területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a parciális differenciálegyenletek absztrakt fogalmait.
K3: Képes a parciális differenciálegyenletek elméletében szereplő eredmények, összefüggések szintézisére, magas szintű értékelésére.
K4: Képes megkülönböztetni a megalapozott és alá nem támasztott állításokat a parciális differenciálegyenletek elméletében.
K7: Képes a parciális differenciálegyenletek elméletének jellemző problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
K9: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

A1: Törekszik a parciális differenciálegyenletek elméletével kapcsolatos új eredmények megismerésére.
A2: Törekszik a parciális differenciálegyenletek elméletével kapcsolatos eredmények minél szélesebb körű alkalmazására.
A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a parciális differenciálegyenletek elméletében a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, az összefüggések szintézisére és azok magas szintű, a parciális differenciálegyenletek eszközeivel megalapozott értékelésére.
A5: Nyitott és fogékony a parciális differenciálegyenletek területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a parciális differenciálegyenletek megoldásának elsajátítása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a parciális differenciálegyenletek területén és általában a matematikában megszerzett tudásának mértékét.
F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei:

Fizikai példák. Elsőrendű egyenletek: homogén lineáris egyenletek, kvázilineáris egyenletek, általános egyenletekre vonatkozó Cauchy-feladatok. Magasabb rendű egyenletek, Cauchy–Kovalevszkaja-tétel. Egy-, kettő-, illetve háromdimenziós hullámegyenlet. Inhomogén hullámegyenlet. Poisson-egyenlet, Green-függvények, harmonikus függvények, maximum-elv. A Laplace- és a Poisson-egyenletre vonatkozó kezdetiérték-feladat. A hővezetési egyenlet. Szoboljev-terek, gyenge megoldások.

Examples in physics. First order equations: homogeneous linear equations, quasilinear equations and Cauchy problems for general equations. Higher order equations, the Cauchy–Kovalevskaya theorem. One, two and three dimensional wave equation. Inhomogeneous wave equation. Poisson equation, Green functions, harmonic functions, maximum principle. Initial value problem for the Laplace and Poisson equations. The heat conduction equation. Sobolev spaces, weak solutions.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek:

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés:

Szóbeli vagy írásbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. V. I. Arnold: *Lectures on partial differential equations*, Springer, Berlin, 2004
2. Besenyei Ádám, Komornik Vilmos, Simon László: Parciális differenciálegyenletek, TypoTeX, Budapest, 2013.3.
3. Czách László, Simon László: *Parciális differenciálegyenletek*, 1. félév, ELTE jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1993.
4. Simon László: *Parciális differenciálegyenletek*, 2. félév, ELTE jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
5. Simon László, E. A. Baderko: *Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.
6. Székelyhidi László: *Elsőrendű parciális differenciálegyenletek*, KLTE egyetemi jegyzet, Debrecen, 1980.
7. V. Sz. Vlagyimirov: *Bevezetés a parciális differenciálegyenletek elméletébe*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
8. V. Sz. Vlagyimirov: *Parciális differenciálegyenletek feladatgyűjtemény*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.

Heti bontott tematika	
1. hét	**Bevezetés: a parciális differenciálegyenletek fogalma, fontosabb egyenlettípusok és kapcsolódó fizikai példák.** TE: A hallgató megismeri a parciális differenciálegyenletek fogalmát és elmélyíti azt fizikai példákon keresztül.
2. hét	**Funkcionális függőség, funkcionális kifejezhetőség. Közönséges differenciálegyenletek első integráljai. Elsőrendű homogén lineáris parciális differenciálegyenletek. Elsőrendű kvázilineáris parciális differenciálegyenletek.** TE: A hallgató megismeri a parciális differenciálegyenletek vizsgálatával kapcsolatos eszközöket és alapvető fogalmakat. Képes a közönséges differenciálegyenletek elméletével szintetizáló módon egybevetni azokat.
3. hét	**Általános elsőrendű parciális differenciálegyenletek. Általános elsőrendű parciális differenciálegyenletre vonatkozó Cauchy-feladat.** TE: A hallgató megismeri az elsőrendű parciális differenciálegyenletek általános alakját és a rájuk vonatkozó kezdeti érték feladat megoldására vonatkozó eredményeket. Képes a közönséges differenciálegyenletek elméletével szintetizáló módon egybevetni azokat.
4. hét	**Magasabb rendű egyenletek, Cauchy-Kovalevszkaja-tétel. Másodrendű parciális differenciálegyenletek osztályozása.** TE: A hallgató megismeri a magasabb rendű parciális differenciálegyenletek általános alakját és kapcsolódó egzisztencia és unicitás tételt. Képes a közönséges differenciálegyenletek elméletével szintetizáló módon egybevetni azokat.
5. hét	**Az állandó együtthatós másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek kanonikus alakja.** TE: A hallgató megismerkedik a parciális differenciálegyenletek egy speciális osztályával és

	ezen egyenletek kanonikus alakra hozásának módszerével.
6. hét	Másodrendű szemilineáris egyenletek kanonikus alakja két független változó esetén. TE:A hallgató további speciális egyenletosztályokkal és ezen egyenletek kanonikus alakra hozásával ismerkedik meg.
7. hét	**Az egydimenziós hullámegyenlet a számegyenesen. Az egydimenziós hullámegyenletre vonatkozó kezdetiérték-feladat a számegyenesen, kezdeti- és peremérték-probléma intervallumon.** TE: A hallgató egy fizikai példa elméleti vizsgálatán keresztül elmélyíti tudását a másodrendű egyenletek területén. Képes az eddigi és modern analízisbeli tudását alkalmazni.
8. hét	**A három-, illetve kétdimenziós hullámegyenletre vonatkozó kezdetiérték-feladat. Inhomogén hullámegyenlet.** TE: A hallgató tovább mélyíti tudását a másodrendű egyenletek területén a már megsimert fizikai példa magasabb dimenziós változatának vizsgálatával.
9. hét	A Poisson-egyenlet alapmegoldásai, Green-függvény. TE: A hallgató elmélyíti tudását az elliptikus másodrendű egyenletek területén egy fizikai példa segítségével.
10. hét	A Poisson-formula, harmonikus függvények, maximum-elv, monotonitási-elv. TE: A hallgató további ismeretanyagra tesz szert. Képes az eddigi és modern analízisbeli tudását alkalmazni, a vizsgált problémákat ezek birtokában mélyebb összefüggéseiben látni.
11. hét	A Laplace-, és a Poisson-egyenletre vonatkozó egzisztencia-tételek. TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett témát. Képes a közönséges differenciálegyenletek elméletével és az eddig tanultakkal szintetizáló módon egybevetni azokat.
12. hét	**A hővezetési egyenlet magfüggvényei. A hővezetési-egyenletre vonatkozó kezdetiérték-probléma.** TE: Egy fizikai példa segítségével a hallgató elmélyíti tudását a parabolikus másodrendű egyenletek területén. Képes az eddigi és modern analízisbeli tudását alkalmazni, a vizsgált problémákat ezek birtokában mélyebb összefüggéseiben látni.
13. hét	**Gyenge deriváltak. Szoboljev-terek fogalma, tulajdonságai, ekvivalens normák.** TE: A hallgató megismeri az elmélet modern megközelítését. Képes a metrikus és normált terek eredményeit a jelen helyzetben alkalmazni, a modern analízis hatékonyságát fölismerni.
14. hét	**Másodrendű elliptikus peremérték-feladatok gyenge megoldásai.** TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett témakör elemeit. Képes fölismerni a Szoboljev-terek jelentőségét a megközelítésben és a vizsgálatok során.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Konvex optimalizálás**	Kódja:	**TTMME0205**
	angolul:	**Convex optimization**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Bessenyei Mihály**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

a konvex optimalizálás alapvető fogalmait és módszereit megismerjék, és ezeken keresztül bepillantást nyerjenek a szokásos módszerekkel nem kezelhető feltétel nélküli és feltételes szélsőérték problémák világába és alkalmazásaiba.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika módszereit a konvex optimalizálás területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a konvex optimalizálás területén.
-T3: Jártas a lineáris programozás, klasszikus szélsőérték problémák és nemlineáris funkcionálanalízis közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
-T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.
-T5: Alkotó módon ismeri a matematikai bizonyítás alapelveit, módszereit.

Képesség:

-K1: Képes a konvex optimalizálás területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a konvex optimalizálás fogalmait.
-K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére és magas szintű, a konvex optimalizálás eszközeivel megalapozott értékelésére.
-K5: Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljei megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.
-K6: Képes a gyakorlati életben megfigyelhető összefüggések absztrakt szinten történő megragadására.

Attitűd:

-A1: Törekszik a konvex optimalizálás új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a konvex optimalizálás eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A5: Nyitott és fogékony a konvex optimalizálás területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
-A7: Tudatában van annak, hogy a konvex optimalizálás során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a konvex optimalizálás területén megszerzett tudásának mértékét.
-F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.

A kurzus tartalma, témakörei

Burok operációk és reperezentációik. A Stone–Kakutani elválasztási tétel. Algebrai belső és algebrai lezárt. Komplementáris konvex halmazok algebrai lezártjainak metszete; konvex halmazok elválasztása lineáris függvénnyel. A Dubovickij–Miljutyin tétel és következményei. A Bernstein–Doetch tétel lineáris függvényekre; az elválasztási tételek topológikus alakja. Konvex és szublineáris függvények; a maximum-tétel és következményei. Konvex függvények szubgradiense, iránymenti deriváltja és ezek kapcsolata. Kalkulus szabályok. A Bernstein–Doetch tétel konvex függvényekre; következmények. Távolságfüggvény, érintőkúp, normálkúp; reperezentációk és kapcsolatok. Konvex feltételes szélsőérték feladatok minimuma; primál és duál feltételek. A konvex Fermat-elv. Büntetőfüggvény; a minimumhely jellemzése. A Karush–Kuhn–Tucker tétel és következménye. Slater-feltétel és Slater-tétel.

Hull operations and their representations. The Stone–Kakutani separation theorem. Algebraic interior and algebraic

closure. The intersection of the algebraic closure of complementary convex sets; separation of convex sets by linear functions. The Dubovickij–Miljutin theorem and its consequences. The Bernstein–Doetsch theorem for linear functions; the topological form of the separation theorems. Convex and sublinear functions; the maximum theorem and its consequences. Subgradient and directional derivative of convex functions. Rules of calculus. The Bernstein–Doetsch theorem for convex functions. Distance function, tangent cone, normal cone. The minimum of convex conditional extremum problems; primal and dual conditions. The convex Fermat principle. Penalty function. The Karush–Kuhn–Tucker theorem and its consequence. Slater condition and Slater theorem.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés

Szóbeli vagy írásbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. T. R. Rockafellar: *Convex Analysis*, Princeton University Press, Princenton, N. J., 1970.
2. J. M. Borwein and A. S. Lewis: *Convex Analysis and Nonlinear Optimization*, CMS Books in Mathematics, Springer, New York, 2006.

Heti bontott tematika	
1. hét	Burok operációk; belső reperezentációik és tulajdonságaik. A Stone-Kakutani elválasztási tétel. TE: A hallgató képes a korábbról megismert struktúrákat egységes módon szemlélni, megérti az ezt lehetővé tevő absztraktciót.
2. hét	Algebrai belső és algebrai lezárt. Az algebrai belső előállításai. Komplementáris konvex halmazok algebrai lezártjainak metszete. TE: A hallgató megismeri a szív topológia elemeit, képes a megszerzett ismeretek birtokában mélyebb összefüggéseiben látni és értelmezni a szokásos topológia korábban tanult fogalmait.
3. hét	Konvex halmazok elválasztása lineáris függvénnyel; szorzat szíve. TE: A hallgató megismeri a Hahn-Banach tétel algebrai változatát, ezen keresztül a témakör legfontosabb módszereit és azok kapcsolatát a korábban tanultakkal.
4. hét	A Dubovickij-Miljutyin tétel és következményei: konvex halmazok mint félterek metszete. A Dubovickij-Miljutyin tétel kúpos változata. TE: A hallgató képes fölismerni a fönt nevezett eredmények és a Hahn-Banach tétel kapcsolatát, és megérti annak közvetlen következményeit.
5. hét	Elválasztási tételek topológikus vektortéren. A Bernstein-Doetch tétel lineáris függvényekre. TE: A hallgató megérti a topológiai struktúra szerepét és hozadékait. Képes mélyebb összefüggéseiben szemlélni a konvex függvények fogalmát és tulajdonságait.
6. hét	Dubovickij-Miljutyin tétel konvex halmazokra és kúpokra lineáris funkcionálokkal. TE: A hallgató képes fölismerni a fönt nevezett eredmények és a Hahn-Banach tétel funkcionálos változatának kapcsolatát, és megérti annak közvetlen következményeit.
7. hét	Konvex és szublineáris függvények. A maximum-tétel. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit a témakör jellegzetes módszerei kapcsán.
8. hét	A maximum-tétel következményei: szendvics-tétel, Hahn-Banach tétel, Bronstad-tétel.

	TE: A hallgató elsajátítja a maximum tétel fontosabb következményeit.
9. hét	Konvex függvények szubgradiense, iránymenti deriváltja és ezek kapcsolata. Kalkulus szabályok iránymenti deriválttal és szubgradienssel. TE: A hallgató megismeri a szubgradiens fogalmát, képes átlátni annak kapcsolatát a derivált fogalmával. Elsajátítja a kalkulus szabályokat és képes azok segítségével a korábbi tanulmányai kapcsolódó elemeit mélyebb összefüggésbe helyezni.
10. hét	A Bernstein-Doetch tétel konvex függvényekre. Következmények: normált téren illetve euklideszi téren értelmezett konvex függvények Lipshitz-tulajdonsága. Reguláris konvex függvények iránymenti deriváltja és szubgradiense. TE: A hallgató megérti a konvex függvények alapvető tulajdonságait, képes ezeken keresztül fölismerni kulcsszerepüket a tárgyalt elmélet keretein belül és alkalamzásainak fényében.
11. hét	Távolságfüggvény és tulajdonságai. Az érintőkúp és jellemzése határértékkel és a távolságfüggvény iránymenti deriváltjával. Normálkúp fogalma és kapcsolata az érintőkúppal. TE: A hallgató megismeri a normálkúp és az érintőkúp fogalmát, alapvető tulajdonságait.
12. hét	Konvex feltételes szélsőérték feladatok. Lokális és globális minimum kapcsolata. Primál és duál feltételek. A konvex Fermat-elv. TE: A hallgató megismeri a konvex optimalizálás feltételes és feltétel nélküli szélsőérték problémáit. Látja a klasszikus analízis idevágó tételeinek kapcsolatát, képes szintetizálni a jelenlegiekkel.
13. hét	Büntetőfüggvény; a minimumhely jellemzése. A Karush-Kuhn-Tucker tétel és következménye. TE: A hallgató elmélyíti ismereteit a konvex optimalizálás feltételes és feltétel nélküli szélsőérték problémái kapcsán, és képes azokat a tanult módszerekkel kezelni.
14. hét	Slater-feltétel és Slater-tétel. TE: A hallgató elmélyíti ismereteit a konvex optimalizálás feltételes és feltétel nélküli szélsőérték problémái kapcsán, és képes azokat a tanult módszerekkel kezelni.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Fourier-sorok**	Kódja:	**TTMME0206**
	angolul:	**Fourier series**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**1**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**4**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Gát György**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek a Fourier analízis elemeivel, a vonatkozó definíciók, tételek és bizonyítások tekintetében. Jártasságot szerezzenek a témához kapcsolódó feladatok megoldásában.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a többváltozós Fourier sorok területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a többváltozós Fourier sorok területén.
-T5: Alkotó módon ismeri a matematikai bizonyítás alapelveit, módszereit.
-T6: Ismeri az új matematikai eredmények eléréséhez vezető kutatások speciális módszereit, problémamegoldó technikáit.

Képesség:

J-K1: Képes a többváltozós Fourier sorok módszereinek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a többváltozós Fourier sorok fogalmakait.
-K4: Képes a a többváltozós Fourier sorok elméletében megkülönböztetni a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
-K9: Képes a a többváltozós Fourier sorok eredményeinek, érveléseinek és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.
-K10: Képes a matematikai ismeretek alkotó jellegű integrálására és alkalmazására a természettudományok, gazdaságtudományok, műszaki és informatikai tudományok által felvetett problémák megoldásában.

Attitűd:

-A1: Törekszik a többváltozós Fourier sorok új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a többváltozós Fourier sorok eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A4: Törekszik a többváltozós Fourier sorok eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudománya eszközeivel megalapozott értékelésére.
-A5: Nyitott és fogékony a többváltozós Fourier sorok területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
-A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen és reálisan ítéli meg a többváltozós Fourier sorok területén megszerzett tudásának mértékét..
-F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg a többváltozós Fourier sorok problémáinak megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
-F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
-F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Marcinkiewicz interpoláció tételei, klasszikus és komplex trigonometrikus rendszer, Weierstrass tételei, trigonometrikus polinomok sűrűsége, Riemann-Lebesgue lemma, Dirichlet magfüggvények, Fejér magfüggvények, Fejér közepek normakonvergenciája Calderon-Zygmund dekompozíció, Hilbert operátor, Fejér-lebesgue tétel, Dini, Lipschitz konvergencia kritérimok, Fourier részletösszeg operátorok normakonvergenciája, Walsh rendszerre vonatkozó Fourier-sorok.

The interpolation theorems of Marcinkiewicz, classical and complex trigonometric systems, the theorems of Weierstrass, the density of trigonometric polynomials, the Riemann-Lebesgue lemma, Dirichlet kernels, Fejér kernels, norm convergence of Fejér means, the Calderon-Zygmund decomposition, Hilbert operator, Fejér-Lebesgue theorem, the Dini and the Lipschitz criteria for convergence, the norm convergence of Fourier partial sum operators, Fourier series with respect to Walsh systems.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés

Írásbeli vagy szóbeli vizsga formájában, melybe a gyakorlaton nyújtott teljesítmény is beleszámít.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. Pál L. Gy.: *Ortogonális függvénysorok*, Tankönyvkiadó, 1978.
2. Szőkefalvi-Nagy B.: *Valós függvények és függvénysorok*, Tankönyvkiadó, 1975.
3. N.K: Bary: *A Treatise on Trigonometric Series*, Elsevier, 2014.
4. A. Zygmund, *Trigonometric Series* Vol I., Cambridge University Press, 2002.

Heti bontott tematika

• hét	Marcinkiewicz interpoláció tételei. TE: A hallgató elsajátítja a témakör alapvető interpolációs tételét, a bizonyítás módszereit és lépéseit elmélyíti a kapcsolódó feladatokon keresztül.
• hét	A klasszikus és komplex trigonometrikus rendszer, Weierstrass tételei. TE: A hallgató megismeri a trigonometrikus rendszert, megtanulja legfontosabb tulajdonságait, a példák segítségével képes önállóan meghatározni a klasszikus Fourier-együtthatókat.
• hét	Trigonometrikus polinomok, Lebesgue térbeli sűrűsége. TE: A hallgató megismeri a legfontosabb kapcsolódó fogalmakat és módszereket, képes azokat a funkcionálanalízis módszerein keresztül szemlélni.
• hét	Riemann-Lebesgue lemma, Dirichlet magfüggvények. TE: A hallgató megismeri a Dirichlet magfüggvényeket, képes azokat példákon keresztül kiszámítani és konvergencia tulajdonságaikat ellenőrizni.
• hét	Fejér magfüggvények és alapvető tulajdonságaik. TE: A hallgató megismeri a Fejér magfüggvényeket, képes azokat példákon keresztül kiszámítani és konvergencia tulajdonságait ellenőrizni.
• hét	Fejér közepek normakonvergenciája különféle terekben. TE: A hallgató tovább mélyíti a Fejér magfüggvényre vonatkozó ismereteit, képes a metrikus és normált terek elméletéből ismert fogalmakat alkalamzni rájuk.
• hét	Calderon-Zygmund dekompozíciós lemma. TE: A hallgató megismeri a fönti lemma állítását, a bizonyítás során tovább mélyíti az elmélet jellegzetes módszereit.
• hét	Hilbert operátor és tulajdonságai. TE: A hallgató megismeri a Hilbert operátort, a kapcsolódó feladatok segítségével elmélyíti annak fogalmát.
• hé	Fejér közepek maximáloperátora, kvázi lokalitása.

t	TE: A hallgató megismeri a Fejér közepek maximáloperátorát, a kapcsolódó feladatok segítségével elmélyíti annak fogalmát.
• hét	A Fejér-Lebesgue tétel. TE: A hallgató megismeri a Fejér-Lebesgue tételt, a kapcsolódó feladatok és példák alapján részleteiben képes látni a bizonyítás alapgondolatait és magát az állítást.
• hét	Riemann első lokalizációs tétele, Dini, Lipschitz konvergencia kritérimok. TE: A hallgató megismeri Riemann első lokalizációs tételét. Képessé válik a konvergencia kritériumok önálló bizonyítására.
• hét	Fourier részletösszeg operátorok egyenletes gyenge és erős típusosságai. TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett fogalmakat, a kapcsolódó példákon keresztül képes azok mélyebb megértésére.
• hét	Fourier részletösszeg operátorok normakonvergenciája Lebesgue terekben. A Walsh rendszerre vonatkozó Fourier-sorok. TE: A hallgató képes a funkcionálanalízis keretein belül értelmezni a különféle rendszerekre vonatkozó Fourier-sorok konvergencia kérdéseit, képes azokat összefüggéseiben értelmezni.
• hét	Zárthelyi dolgozat. TE:

<table>
<tr><td colspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="4">Közönséges differenciálegyenletek alkalmazásai</td><td>Kódja:</td><td>TTMME0207</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>angolul:</td><td colspan="4">Applications of ordinary differential equations</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="5">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="4">DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék</td></tr>
<tr><td colspan="5">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="2">-</td><td>Kódja:</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td colspan="2">Előadás</td><td colspan="2">Gyakorlat</td><td>Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Kollokvium</td><td>3</td><td>magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tantárgyfelelős oktató</td><td colspan="2">Neve:</td><td colspan="3">Dr. Novák-Gselmann Eszter</td><td>beosztása:</td><td>egyetemi adjunktus</td></tr>
<tr><td colspan="9">A kurzus célja, hogy a hallgatók
megismerkedjenek a közönséges differenciálegyenletek elméletének legfontosabb egzisztencia és unicitási tételeivel, azok alkalmazási területeivel, klasszikus problémáival, a differenciálegyenletek stabilitásával, valamint betekintést nyerjenek a variációszámításba.</td></tr>
</table>

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a közönséges differenciálegyenletek területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a közönséges differenciálegyenletek területén.
-T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
-T4: Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.
-T5: Alkotó módon ismeri a közönséges differenciálegyenletekhez kapcsolódó bizonyítások alapelveit, módszereit.

Képesség:

-K1: Képes a közönséges differenciálegyenletek területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a közönséges differenciálegyenletek absztrakt fogalmait.
-K4: Képes megkülönböztetni a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat a közönséges differenciálegyenletek területén.
-K7: Képes a közönséges differenciálegyenletek problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
-K9: Képes a közönséges differenciálegyenletekhez kapcsolódó eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

-A1: Törekszik a közönséges differenciálegyenletek új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a közönséges differenciálegyenletek eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a közönséges differenciálegyenletek területén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
-A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a közönséges differenciálegyenletek eszközeivel megalapozott értékelésére.
-A5: Nyitott és fogékony a közönséges differenciálegyenletek területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
-A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
-A7: Tudatában van annak, hogy a közönséges differenciálegyenletek elsajátítása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a közönséges differenciálegyenletek területén megszerzett tudásának mértékét.
-F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
-F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
-F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
-F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei:

Autonóm differenciálegyenlet-rendszerek és fázistereik, Differenciálegyenletek stabilitása, Lyapunov tételei, a Lyapunov-féle direkt módszer, Peremérték-problémák és sajátérték-feladatok, Green-függvény, Egzisztencia és unicitási tételek, Maximum- és minimumelv, Nemlineáris peremérték-problémák, Sturm-Liouville sajátérték-feladatok, Forgásszimmetrikus elliptikus problémák, Diffeomorfizmusok és szimmetriák, Az egyparaméteres szimmetriacsoport alkalmazása egyenlet integrálására, Variációszámítás, Az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek invarianciája, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek kanonikus alakja, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek első integráljai, A Noether-tétel, A legkisebb hatás elve, Néhány klasszikus probléma megoldása.

Autonomous systems of differential equations and their phase spaces. Stability of differencial equations, the theorems of Lyapunov, the direct method of Lyapunov. Boundary value problems and eigenvalue problems. Green function. Existence and uniqueness theorems. Maximum and minimum principles. Nonlinear boundary value problems. Sturm-Liouville eigenvalue problems. Rotationally symmetric elliptic problems. Diffeomorphisms and their symmetries. The application of the one-parameter symmetry group to integration of equations. Calculus of variations, the Euler–Lagrange differential equations, the invariance of the Euler–Lagrange differential equations, the canonical form of the Euler–Lagrange differential equations, the first integrals of the Euler–Lagrange differential equations. The Noether theorem. The principle of stationary action.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek:

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés:

Szóbeli vagy írásbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

[1] V. I. Arnol'd, *Közönséges differenciálegyenletek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
[2] V. I. Arnol'd, *A mechanika matematikai módszerei*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
[3] V. I. Arnol'd, *A differenciálegyenletek elméletének geometriai fejezetei*, Műszaki Könyvkiadó, 1988.
[4] B. Dacorogna, *Introduction to the calculus of variations*, 2nd ed., London: Imperial College Press, 2008.
[5] Ph. Frank, R. Mises, *A mechanika és fizika differenciál- és integrálegyenletei I-II.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
[6] A. D. Ioffe, V. M. Tihomirov, *Theory of extremal problems*, Studies in Mathematics and its Applications, 6. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-New York, 1979.
[7] W. Walter, Gewöhnliche *Differentialgleichungen -- Eine Einfürung*, 7. Auflage, Springer, 2000.

Heti bontott tematika	
1. hét	Autonóm differenciálegyenlet-rendszerek és fázistereik, Autonóm rendszerek, Egyensúlyi helyzetek és zárt trajektóriák, Fázisterek. TE: A hallgató megismerkedik a közönséges differenciálegyenletek alapvető elemeivel és tulajdonságaival, képes korábbi előtanulmányait differenciálegyenletekből új összefüggéseiben látni.
2. hét	Differenciálegyenletek stabilitása, Lyapunov tételei. TE: A hallgató mélyebb összefüggésében megismeri a differenciálegyenletek stabilitásához kapcsolódó tételeket, képes fölismerni szerepüket a fizikai problémákban.
3. hét	A Lyapunov-féle direkt módszer. TE: A hallgató megismerkedik a Lyapunov-függvény fogalmával és a stabilitás Lyapunov-féle elégséges feltételeivel.
4. hét	Peremérték-problémák és sajátérték feladatok, Peremérték-problémák megfogalmazása, Sturm-féle peremérték-problémák, Alapmegoldások, A Green-függvény. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a fönti témakörök elemeit, képes azokat a modern analízis szemléletmódjában értelmezni.
5. hét	Nemlineáris peremérték-problémák, A maximum- és a minimumelv. TE: A hallgató képes érzékelni a lineáris és nemlineáris problémák közötti különbséget. Képes alkalmazni a korábban funkcionálanalízisből megismert eredményeket peremérték-problémák elméletében.
6. hét	Sturm-Liouville-féle sajátérték-feladatok, Forgásszimmetrikus elliptikus problémák. TE: A hallgató megismerkedik a sajátérték-feladatok elméletével, képes alkalmazni a korábban tanult spektrálelméleti állításokat a közönséges differenciálegyenletek elméletében. Továbbá, birtokában lesz a parciális differenciálegyenletek elméletében kiemelkedő fontosságú elliptikus egyenletek egy megoldási módszerének.
7. hét	Egyparaméteres transzformációcsoportok, Egyparaméteres diffeomorfizmuscsoportok, Diffeomorfizmusok hatása vektormezőkre és iránymezőkre.

	TE: A hallgató betekintést nyer a differenciálgeometria algebrai módszereibe, majd ezt alkalmazza a közönséges differenciálegyenletek iránymezőire.
8. hét	Diffeomorfizmusok hatása vektormezőkön, Szimmetriák, A kiegyenesítési tétel. TE: A szükséges differenciálgeometriai és algebrai módszerek megismerése után a hallgató képes közönséges differenciálegyenletek szimmetriáinak meghatározására, ezzel bizonyos speciális alakú differenciálegyenletek általános megoldását elő tudja állítani.
9. hét	Funkcionálok variációja, Bilineáris és kvadratikus funkcionálok, Funkcionálok második variációja. TE: A hallgató megismerkedik a variációszámítás elemeivel, klasszikus problémáival, funkcionálok variációjával és megismeri a bilineáris és kvadratikus funkcionálok fogalmát, jellemzéseit.
10. hét	Funkcionálok extrémuma, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek TE: A hallgató megismeri és megérti a funkcionálok extrémumának keresési eljárásait. Képessé válik olyan speciális funkcionálok variációját meghatározni, melyek esetében a stacionárius egyenlet egy közönséges differenciálegyenlet, melyhez peremfeltétel van adva.
11. hét	Az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek invarianciája, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek kanonikus alakja, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek első integráljai. TE: Új változók bevezetésével a hallgató képes az Euler-Lagrange-differenciálegyenleteket kanonikus alakra hozni, ebből pedig meg tudja határozni ezeknek az egyenleteknek az első integráljait és képes az első integrálokat konkrét fizikai példákban interpretálni.
12. hét	Noether-tétel, A legkisebb hatás elve. TE: A Noether-tétel segítségével a hallgató meg tudja határozni az Euler-Lagrange-differenciálegyenletek szimmetriáit, egy-egy ilyen szimmetriához képes megmaradási elvet rendelni, majd ezeket megfelelő fizikai környezetben interpretálni.
13. hét	Elegendő feltétel az extrémumra, Néhány klasszikus probléma megoldása. TE: A hallgató egy elegendő feltételt ismer meg funkcionálok extrémumára, ezt felhasználva képessé válik kiszűrni, hogy a stacionárius helyek közül melyek lesznek valóban szélsőérték helyek. Képes megoldani a legklasszikusabb problémákat, mint például legrövidebb út problémája, Brachisztochron-probléma, láncgörbe problémája.
14. hét	Többváltozós függvények variációszámítása, másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek. TE: A hallgató képes többváltozós függvényekre vonatkozó variációszámítási feladatok felállítására. A korábbi elméleti háttér segítségével származtatni tudja a legfontosabb másodrendű kvázilineáris parciális differenciálegyenletekre vonatkozó peremérték feladatokat.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Játékelmélet**	Kódja:	**TTMME0208**
	angolul:	**Game theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Boros Zoltán**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a játékelmélet alapfogalmait és alapvető eredményeit, valamint azok kapcsolatát a korábban illetve párhuzamosan tanult matematikai diszciplínákkal.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a játékelmélet területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a játékelmélet területén.
T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

K1: Képes a játékelmélet területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az absztrakt matematikai fogalmakat.
K3: Képes a játékelmélet eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére és magas szintű, a tudomány eszközeivel megalapozott értékelésére.
K4: Képes a játékelmélet területén megkülönböztetni a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
K7: Képes a játékelmélet problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
K9: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

A1: Törekszik a játékelmélet új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik a játékelmélet eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A3: Törekszik arra, hogy a játékelmélet területén megszerzett ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
A4: Törekszik a játékelmélet eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudomány eszközeivel megalapozott értékelésére.
A5: Nyitott és fogékony a játékelmélet területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a játékelmélet területén szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a játékelmélet területén megszerzett tudásának mértékét.
F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei:

Nem-kooperatív játékok normál alakja. A Nash-féle egyensúlyi helyzet fogalma, létezése. A legjobbválasz-leképezés. A játékelméletben alkalmazott fixponttételek. Véges játékok elemzése, szigorúan dominált stratégiák, kétszemélyes véges játékok bimátrix reprezentációja. A játékelméleti megközelítés alkalmazása egyszerűbb piaci modellekre (duo-pólium, oligopólium). Véges játékok kevert bővítése. Kétszemélyes zéróösszegű játékok, mátrix-játékok. Játékok extenzív alakban. Kombinatorikus játékok, kupac-játékok, Grundy-számozás. Kooperatív játékok, a koalíció értéke. A Nash-féle alkumodell.

The normal form of non-cooperative games. The notion and existence of Nash equilibrium. The best response mapping. Fixed point theorems in game theory. Analysis of finite games, strictly dominated strategies, bimatrix representation of finite two-person games. Application of the game theoretic approach to simple market models (duopolium, oligopolium). Mixed extension of finite games. Two-person zero-sum games, matrix games. Games in extensive form. Combinatorial games, Grundy's games, Grundy numbering. Cooperative games, the value of the coalition. Nash's model of bargaining.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek:

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés:

Szóbeli vagy írásbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

1. Kim C. Border: Fixed point theorems with application to economic and game theory, Cambridge University Press, Cambridge UK, 1985.

2. Csirmaz László: Játékok és Grundy-számaik, KöMaL, 1980. december.

3. R. Gibbons: Bevezetés a játékelméletbe, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2005.

Ajánlott szakirodalom:

1. J. H. Conway: On numbers and games, Academic Press, 1976.

2. Martin J. Osborne: An Introduction to Game Theory, Oxford University Press, 2003.

3. Szép J., Forgó F.: Bevezetés a játékelméletbe, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1974.

4. Szidarovszky F., Molnár S.: Játékelmélet műszaki alkalmazásokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.

Heti bontott tematika	
1. hét	Játékok normál formában. Stratégiák és stratégiaprofilok. Nash-egyensúly. Példák, bimátrix játékok. Stratégiailag ekvivalens játékok. TE: A hallgató megismerkedik a játékelmélet alapfogalmaival, képes a lineáris algebra módszereit alkalmazni.
2. hét	Véges játékok, a szigorúan dominált stratégiák iteratív kiküszöbölése. TE: A hallgató megismerkedik a dominált stratégiák kiküszöbölésének egy módszerével, képes a lineáris algebra módszereit alkalmazni.
3. hét	Egyensúlypontok felcserélhetősége, Nash-halmazok. Kétszemélyes antagonisztikus játékok. A játék értéke. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit az elméletben további bizonyítási módszereket sajátít el.
4. hét	Kétszemélyes zérusösszegű játékok. Egyensúly és minimax. Egyensúlyi stratégiák és stratégia-profilok szimmetrikus kétszemélyes, zérusösszegű játékokban. TE: A hallgató megismeri a kétszemélyes, zérusösszegű játékok alapfogalmait és alaptételeit.
5. hét	A Nash-egyensúly létezésének elegendő feltételei. A legjobbválasz-leképezés fogalma és foly-

	tonossága. TE: A hallgató megismeri a játékelmélet egyik központi eredményét, képes az analízis és fixponttételek vonatkozó eredményeinek szerepét átlátni és alkalmazni.
6. hét	Véges játékok kevert bővítése, szimmetrikus Nash-egyensúly létezése. TE: A hallgató további alapvető játékelméleti eredményeket ismer meg, képes az analízis és fixponttételek vonatkozó eredményeinek szerepét átlátni és alkalmazni.
7. hét	Mátrix-játékok. TE: A hallgató elsajátítja a mátrix-játékok alapvető eredményeit és módszereit, képes a lineáris algebra módszereit a tanultakkal összhangba hozni.
8. hét	Játékok extenzív formában, játékfa. Információs halmazok. Extenzív és normál forma. Nash-egyensúly és részjáték tökéletesség. Példák. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit a játékelmélet terén. Újabb módszereket sajátít el.
9. hét	Kombinatorikus játékok, kupac játékok. Grundy-számozás. TE: A hallgató megtanulja a kombinatorikus játékok elemeit, képes a diszkrét matematika eszköztárát a jelen helyzetben alkalmazni.
10. hét	Végtelen játékok: a Banach–Mazur-játék intervallumokkal. TE: A hallgató bepillantást nyer a végtelen játékok elméletébe, ezen keresztül újabb összefüggéseiben képes látni és értelmezni a halmazelmélet transzfinit módszereit.
11. hét	Játékok koalíciós formában. Példák. A koalíció értéke. TE: A hallgató megismeri a koalíció és annak értékének fogalmát. Képes az eddig tanultak kereteibe ágyazni azokat.
12. hét	A ház-elosztási probléma és annak gráfelméleti megoldása. TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett témakört, képes gráfelméletből korábban elsajátított módszereket alkalmazni.
13. hét	Házasítási problémák. TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett témakört, képes gráfelméletből korábban elsajátított módszereket alkalmazni.
14. hét	Kétszemélyes kooperatív játékok. A Nash-féle alkumodell. TE: A hallgató megismeri a kétszemélyes kooperatív játékok elméletének alapjait, képes ezt az eddig tanult keretrendszerbe helyezni.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Fejezetek a geometriából**	Kódja:	**TTMME0301**
	angolul:	**Selected topics in geometry**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Kozma László**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja

a geometria két fejezetében (differenciálgeometria és nem-euklideszi geometriák) alapvető fogalmainak, módszereinek és tételeinek a bemutatása.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri és használja a geometria tárgyalt fejezeteinek legfontosabb fogalmait, módszereit és alapvető összefüggéseit. Ismeri a görbéket és felületeket meghatározó geometriai jellemzőket. Tisztában van a görbéket és felületeket meghatározó legfontosabb adatok geometriai jelentésével. Ismeri a legfontosabb nem-euklideszi modelleket, és azok a legfontosabb speciális geometriai tulajdonságait.

Képesség:

Képes használni és alkalmazni a differenciálgeometria és a nem-euklideszi geometria legfontosabb fogalmait, alapvető tételeit. Képes geometriai görbék és felületek analitikus leírására. Képes a görbék és felületek geometriai jellemzőinek meghatározására. Képes a számítások során kapott mennyiségek adatokból geometriai, azaz minőségi következtetéseket levonni.
Képes felismerni egy geometriai problémánál, ha az a differenciálgeometria, illetve a nem-euklideszi geometria módszereivel megoldható.

Attitűd:

Törekszik a geometriai ismereteinek széles körű alkalmazására a feladatmegoldásban és gyakorlati problémák megoldásában. A megszerzett geometriai ismereteinek alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására.

Autonómia és felelősség:

Az elsajátított ismeretei felhasználásával képes önálló geometriai problémák megfogalmazására és azok elemzésére.

A kurzus tartalma, témakörei

Differenciálható görbék. Görbület, torzió. A görbeelmélet alaptétele. Felületek az euklideszi térben, különböző megadási módjaik. A felület metrikus alapformája. Normálgörbület, főgörbületek, főirányok, szorzat- és összeggörbület. Az ívhossz variációs problémája. Geodetikusok. Geodetikus görbület. A geodetikusok minimalizáló tulajdonsága.

Affin és projektív síkok axiómái. Affin síkok (például az euklideszi sík) projektív bővítése. A dualitás elve. A projektív síkok vektortér-modellje, homogén koordináták. Perspektivitások (centrális vetítések) és projektivitások. Pont- és sugárnégyes kettősviszonya, a Papposz-Steiner tétel. Desargues és Papposz tételei. Teljes négyszög, teljes négyoldal, harmonikus pont- és sugárnégyesek. Kollineációk, a projektív geometria alaptétele.

A párhuzamossági axióma jelentősége, a hiperbolikus geometria felfedezése. A hiperbolikus síkgeometria Cayley-Klein modellje, a Poincaré-féle körmodell és félsíkmodell. Az egybevágósági transzformációk leírása a modellekben.

Gömbi geometria: távolságmérés a gömbön, gömbháromszögekkel kapcsolatos tételek. Elliptikus metrika.

Differentiable curves. Curvature, torsion. The fundamental theorem of curves. Surfaces in the Euclidean space. Fundamental form of surfaces. Normal curvature, principal curvatures, principal directions. Variational problem of arc-

length. Geodesics. Geodesic curvature. Minimizing property of geodesics. Axioms of affine and projective planes. Projective completion of an affine plane. Duality. Vector space model of porjective planes, homogenous coordinates. Perspectivities (central projections) and projectivities. Cross ratio of four points or lines, Pappus-Steiner theorem. Desargues's theorem and Pappus's theorem. Complete quadrilateral, complete quadrangle, harmonic sets of points and lines. Collineations, fundamental theorem of projective geometry. The parallel postulate, the development of hyperbolic geometry. The Cayley-Klein model of hyperbolic geometry, Poincaré disk model and upper half-plane model. Description of congruences. Spherical geometry: measuring distance on the sphere, spherical triangles. Elliptic metric.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Frontális előadás.

Értékelés

Szóbeli vizsga.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Kozma László, Kovács Zoltán: Görbék és felületek elemi differenciálgeometriája, (jegyzet).

Szőkefalvi-Nagy Gyula, Gehér László, Nagy Péter: Differenciálgeometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.

H. S. M. Coxeter: Projektív geometria, Gondolat, 1986.

Csikós Balázs, Kiss György: Projektív geometria, Polygon, 2011.

Kurusa Árpád: Nemeuklideszi geometriák, Polygon, 2009.

Reiman István: Geometria és határterületei, Szalay Kft, 2001.

Heti bontott tematika	
1. hét	Reguláris sima görbe az euklideszi térben. A görbe átparaméterezése. Ívhossz. Természetes paraméterezés. Az egyszerű ív fogalma. TE: A hallgatók megismerik a görbék fogalmát.
2. hét	A reguláris síkgörbe előjeles görbülete. Frenet-bázis. Zárt síkgörbe körülfordulási száma. Az egyszerű zárt síkgörbe körülfordulási számára vonatkozó tétel. A síkgörbék alaptétele. TE: A hallgatók megismerik a síkgörbéket meghatározó alapvető mennyiségeket.
3. hét	Az R3–beli görbe kísérő Frenet-bázisa és Cartan-mátrixa. Görbület, torzió. Frenet-formulák. TE: A hallgatók megismerik a térgörbéket meghatározó alapvető mennyiségeket.
4. hét	Simulókör és simulósík egy adott pontban. A görbeelmélet alaptétele. TE: A hallgatók megismerik a görbeelmélet alaptételét.
5. hét	Felületek az euklideszi térben, különböző megadási módjaik. Lineáris érintőtér egy felületi pontban. Normális egységvektormező. TE: A hallgatók megismerik a megfelelő fogalmakat és ezek kiszámítását.
6. hét	Mérés a felületen. Az elemi felület adott paraméterezéséhez tartozó első főmennyiségek, metrikus alapforma. A felületi görbe ívhossza, felületi görbék szöge. A kompakt felületdarab felszíne. TE: A hallgatók megismerkednek a megfelelő fogalmakkal és ezek kiszámításával.
7. hét	Affin és projektív síkok axiómái. Affin síkok (például az euklideszi sík) projektív bővítése. A dualitás elve. *TE: A hallgatók megismerik az affin és projektív síkok fogalmát.*
8. hét	A projektív síkok vektortér-modellje, homogén koordináták.

	TE: A hallgatók megismerik a projektív síkok egy modelljét.
9. hét	Perspektivitások (centrális vetítések) és projektivitások. Pont- és sugárnégyes kettősviszonya, a Papposz-Steiner tétel. *TE: A hallgatók tisztában lesznek a középpontos vetítések legfontosabb tulajdonságaival.*
10. hét	Az abszolút geometria axiómáinak áttekintése. A párhuzamossági axióma jelentősége, a hiperbolikus geometria felfedezése. *TE: A hallgatók felismerik, hogy a párhuzamossági axióma független az abszolút geometria axiómarendszerétől.*
11. hét	Az abszolút geometria axiómáinak ellenőrzése a hiperbolikus síkgeometria Cayley-Klein modelljében. Az egybevágósági transzformációk leírása. *TE: A hallgatók megismernek egy konkrét példát hiperbolikus síkra.*
12. hét	A hiperbolikus síkgeometria néhány elemi tétele: merőlegesség, háromszög-geometria. *TE: A hallgatók megismernek az euklideszi és hiperbolikus geometriában analóg tételeket, és tisztában lesznek a két geometria közötti fontos eltérésekkel.*
13. hét	A hiperbolikus geometria néhány további modellje: a Poincaré-féle körmodell és félsíkmodell. A modellek izometriáinak leírása. *TE: A hallgatók megismernek további modelleket hiperbolikus síkokra és képessé válnak az azok közötti kapcsolatok leírására.*
14. hét	Gömbi geometria: távolságmérés a gömbön, gömbháromszögekkel kapcsolatos tételek. Elliptikus metrika. *TE: A hallgatók tisztában lesznek a gömbi geometria és a hiperbolikus geometria néhány analóg tételével és legfontosabb különbségeivel.*

A tantárgy neve:	magyarul:	**Modern differenciálgeometria**	Kódja:	**TTMME0302**
	angolul:	**Modern Differential Geometry**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Tran Quoc Binh**	beosztása:	**tudományos főmunkatárs**

A kurzus célja, hogy a hallgatók megismerjék a modern differenciálgeometria alapvető fogalmait, technikáit és eredményeit; továbbá megalapozásra kerüljenek számukra a haladottabb differenciálgeometriai és elméleti fizikai tanulmányok.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a modern differenciálgeometria elméleti eredményeit és módszereit. Jártas a modern differenciálgeometria és a modern analízis és algebra közötti kapcsolatokban. Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, az absztrakt sokaságelméleti fogalmak megalkotásában. Ismeri a mai differenciálgeometriai kutatások speciális módszereit, problémamegoldó technikáit.

Képesség:

Képes a modern differenciálgeometriában elsajátított módszerek és fogalmak magabiztos és alkotó módon történő alkalmazására. Képes a sokaságelmélet alapvető fogalmainak (topologikus sokaság, differenciálható sokaság, sokaságok közötti differenciálható leképezések, érintővektor, kovariáns deriválás, Riemann-sokaság) matematikailag precíz értelmezésére és alkotó jellegű integrálására a fizikában felmerülő problémák megoldásában. Képes a differenciálgeometriai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, szakmai kommunikációra.

Attitűd:

Törekszik a modern differenciálgeometria új eredményeinek megismerésére és azok minél szélesebb körű alkalmazására. Törekszik a modern differenciálgeometria további összefüggéseinek meglátására, a felismert összefüggések szintézisére és azok magas szintű, tudományosan megalapozott értékelésére. Nyitott és fogékony a differenciálgeometriában elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken – például általánosabb geometriákban és fizikában – történő alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére. Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére. Tudatában van annak, hogy a differenciálgeometriai tanulmányai során szerzett speciális látásmódja segítheti a fizikai alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a megszerzett differenciálgeometriai tudásának mértékét. Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában és működik együtt akár a fizikai és műszaki tudományok képviselőivel. Magas szintű differenciálgeometriai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket és eljárásokat. Tisztában van a differenciálgeometriai fogalmak pontos megalkotásának fontosságával, véleményét ezek figyelembevételével alakítja ki. A differenciálgeometria absztrakt fogalmainak megalkotása és gondolkodási módszereiben való jártassága révén kialakított véleményét felelősen képviseli. Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb etikai normák figyelembevételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Topologikus sokaságok, alapvető példák és konstrukciók (gömbök, tóruszok, valós projektív sík, Klein-palack, Möbius-szalag). Sima sokaságok, sima leképezések és diffeomorfizmusok. Beágyazott részsokaságok az n-dimenziós valós vektortérben, Whitney tétele. Beágyazott részsokaság érintőtere, az érintővektorok és a derivációk azonosítása. Az érintővektorok absztrakt definíciója, sokaság érintőnyalábja, sima leképezések deriváltja. Vektormezők és közönséges differenciálegyenletek. A vektormezők Lie-algebrája, a Lie-zárójel geometriai jelentése, kommutáló vektormezők. Kovariáns deriválás sokaságokon, görbementi vektormezők kovariáns deriváltja, geodetikusok. A görbületi és a torzió tenzor, az algebrai és a differenciális Bianchi-azonosság. Riemann-sokaságok, a Riemann-geometria alaplemmája. Riemann-geodetikusok. A Riemann-féle görbületi tenzor, metszetgörbület, Schur tétele,

térformák. Ricci-tenzor, Ricci-görbület, skalárgörbület. Hiperfelületek az (n+1)-dimenziós valós térben, a Gauss- és a Codazzi-Mainardi-egyenletek. A Gauss-görbület.

Topological manifold, basic examples and construction (sphere, torus, real projective plane, Klein bottle, Moebius strip). Smooth manifold, smooth mapping and diffeomorphism. Embedded submanifolds of the real coordinate space, Whitney embedding theorem. The tangent space of an embedded manifold, derivations as tangent vectors. Abstract definition of tangent vectors, the tangent bundle of a manifold, the derivative of smooth mappings. Vector fields and ordinary differential equations. Lie algebra of vector fields, the geometric meaning of Lie bracket, commuting vector fields. Covariant derivative on manifolds, covariant derivative of a vector field along a curve, geodesics. Curvature and torsion tensor, tha algebraic and differential Bianchi identities. Riemannian manifolds, the fundamental theorem of Riemannian geometry. Riemannian geodesics. The Riemannian curvature tensor, sectional curvature, Schur theorem, space forms. Ricci tensor, Ricci curvature, scalar curvature. Hypersurfaces in the (n+1)-dimensional real space, Gauss equation and Codazzi-Mainardi equation. Gauss curvature.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Frontális előadás, kiadott irodalom önálló feldolgozása.

Értékelés

Írásbeli vagy szóbeli vizsga.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

1. Szilasi József: Bevezetés a differenciálgeometriába, Kossuth Egyetemi Kiadó, 1998.
2. Szenthe János: Bevezetés a sima sokaságok elméletébe, ELTE Eötvös Kiadó, 2002.
3. Szőkefalvi-Nagy Gyula, Gehér László, Nagy Péter: Differenciálgeometria, Műszaki Könyvkiadó, 1979.
4. John M. Lee: Introduction to Smooth Manifolds (2nd edition); Springer, 2013.

Heti bontott tematika	
1. hét	Topológiai és analízisbeli előismeretek áttekintése. TE: *A hallgatók rutint szereznek a differenciálgeometria tárgyalásához szükséges analízisbeli eszközök alkalmazásában.*
2. hét	Differenciálható sokaságok definíciója, példák. Reguláris felületek, gömb, projektív terek. TE: *A hallgatók képessé válnak a differenciálható sokaság absztrakt definícióját megfogalmazni, és átlátni a korábbi tanulmányok során megismert példák differenciálható struktúráját.*
3. hét	Differenciálható függvények sokaságon, differenciálható leképezések sokaságok között. Az egységbontás tétele. TE *A hallgatók képesek lesznek sokaságok közötti leképezések differenciálhatóságát eldönteni.*
4. hét	Differenciálható részsokaságok. Reguláris leképezések. Differenciálható sokaságok nullmértékű részhalmazai. Whitney beágyazási tételei. TE: *A hallgatók képessé válnak a részsokaság fogalmának pontos megfogalmazására és alkalmazására.*
5. hét	Az érintővektorok és a deriválások azonosítása az n-dimenziós valós térben. Az érintővektorok absztrakt definíciója, sokaság érintőnyalábja, sima leképezések deriváltja. TE: *A hallgatók megismerik az érintővektorok absztrakt fogalmát.*

6. hét	Vektormezők és közönséges differenciálegyenletek. A vektormezők Lie-algebrája, a Lie-zárójel geometriai jelentése, kommutáló vektormezők. TE: *A hallgatók átlátják a vektormezők és a differenciálegyenletek kapcsolatát.*
7. hét	Kovariáns deriválás sokaságokon, görbementi vektormezők kovariáns deriváltja, geodetikusok. TE: *A hallgatók megismerik a kovariáns deriválás és a geodetikusok általános fogalmát.*
8. hét	A görbületi és a torzió tenzor, az algebrai és a differenciális Bianchi-azonosság. TE: *A hallgatók képesek lesznek a görbület és torzió legfontosabb tulajdonságainak ellenőrzésére.*
9. hét	Riemann-sokaságok, a Riemann-geometria alaplemmája. TE: *A hallgatók megismerik a sokaságok fizikai alkalmazások szempontjából legfontosabb osztályát, a Riemann-sokaságokat.*
10. hét	Riemann-geodetikusok, normálkoordináták; a Gauss-lemma. TE: *A hallgatók megismerik a geodetikusok fogalmának Riemann-sokaságokra történő általánosítását..*
11. hét	A Riemann-féle görbületi tenzor, metszetgörbület, Schur tétele. TE: *A hallgatók megismerik a Riemann-sokaságok legfontosabb görbületi adatait.*
12. hét	Konstans görbületű Riemann-sokaságok. TE: *A hallgatók számára világossá válik, hogy a Riemann-geometria a klasszikus geometriák közös általánosítása.*
13. hét	Ricci-tenzor, Ricci-görbület, skalárgörbület. A kontrahált Bianchi-azonosság. Einstein-sokaságok. TE: *A hallgatók megismerik a Ricci-tenzort és az Einstein-sokaságokat.*
14. hét	Hiperfelületek az (n+1)-dimenziós valós térben, a Gauss- és a Codazzi-Mainardi-egyenletek. A Gauss-görbület. TE: *A hallgatók képessé válnak a felületelmélet legfontosabb eredményeit a Riemann-geometria eszközeivel kezelni.*

A tantárgy neve:	magyarul:	**Véges geometriák és kódelmélet**	Kódja:	**TTMME0303**
	angolul:	**Finite Geometries and Coding Theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Szilasi Zoltán**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

ismerjék a legalapvetőbb véges geometriákat: a véges affin és projektív síkokat és tereket, valamint a Steiner-rendszereket;

tisztában legyenek a véges projektív síkok kombinatorikus tulajdonságaival;

átlássák a véges projektív síkok és a koordinátázó algebrai struktúrák közötti összefüggéseket;

ismerjék a kódelmélet alapfogalmait;

alkalmazni tudják a véges geometriákat kódok konstrukciójához.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a véges geometria elméleti eredményeit és módszereit. Jártas a véges geometria és az algebrai struktúrák, a kombinatorika és a kódelmélet közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban. Jártas a véges geometriákkal kapcsolatos absztrakt gondolkodásban és fogalomalkotásban. Átfogó módon ismeri a véges geometriai bizonyítások algebrai és kombinatorikai alapelveit, módszereit. Ismeri a véges geometria és a kódelmélet problémamegoldó technikáit.

Képesség:

Képes a véges geometria területén elsajátított módszerek alkalmazására. Magabiztosan és alkotó módon használja a véges geometria fogalmait. Képes a véges geometria eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére, és megkülönbözteti a tudományosan megalapozott és kellően alá nem támasztott állításokat. Képes kódelméleti problémák véges geometriai modelljének megalkotására. Képes a véges geometriai ismeretek alkotó jellegű integrálására és alkalmazására kódelméleti és kriptográfiai problémák megoldásában.

Attitűd:

Törekszik a véges geometria új eredményeinek megismerésére és minél szélesebb körű alkalmazására. Törekszik a modern geometria, absztrakt algebra és kódelmélet közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggések szintézisére és azok magas szintű, tudományosan megalapozott értékelésére. Tudatában van annak, hogy a matematikai tanulmányai során szerzett speciális látásmódja segítheti a kriptográfiában és kódelméletben felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

Véges geometriai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.

A kurzus tartalma, témakörei

Véges illeszkedési struktúrák: projektív és affin síkok, Galois-geometriák, Steiner-rendszerek. Véges projektív síkok kombinatorikai tulajdonságai. Ívek, oválisok. Véges projektív síkok és algebrai struktúrák. Kódelméleti alkalmazások.

Finite incidence structures: projective and affine planes, Galois geometry. Combinatorial properties of finite projective planes. Arcs and ovals. Finite projective planes and algebraic structures. Finite projective and affine planes over a field. Examples of combinatorial point sets on finite projective plane. Further incidence structures: block design and Steiner-system. Applications of finite geometry in coding theory.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Frontális előadás.

Értékelés

Szóbeli vizsga.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

D. R. Hughes, F. C. Piper: Projective Planes, Springer, 1973.

Kárteszi Ferenc: Bevezetés a véges geometriákba, Akadémiai kiadó, 1973.

Kiss György, Szőnyi Tamás: Véges geometriák, Polygon, 2001.

S. E. Payne: Topics in Finite Geometry, 2007, online elérhető:
http://math.ucdenver.edu/~spayne/classnotes/topics.pdf

Szilasi Zoltán: Bevezetés a véges geometriába, 2013, online elérhető:
http://riemann.math.unideb.hu/~szzoltan/veges.pdf

Heti bontott tematika	
1. hét	Az affin és projektív síkokkal kapcsolatos előismeretek áttekintése. Véges projektív és affin síkok kombinatorikus tulajdonságai, létezési kérdések. TE: *A hallgatók megismerik a véges projektív és affin síkok létezésére vonatkozó eredményeket és nyitott problémákat.*
2. hét	Véges test feletti projektív és affin síkok. Test feletti projektív síkok kollineációcsoportjának leírása. TE: *A hallgatók képesek lesznek a véges testekre vonatkozó ismereteik alkalmazásával véges geometriákban alapvető számítások elvégzésére.*
3. hét	Véges test feletti projektív síkok ciklikus megadása. Differenciahalmazok. TE: *A hallgatók megismerik a véges projektív síkok és a differenciahalmazok közötti összefüggéseket.*
4. hét	Polaritások, másodrendű görbék, Hermite-görbék véges test feletti projektív síkokban. TE: *A hallgatók megismerik véges testek feletti projektív síkok algebrai úton értelmezett ponthalmazainak kombinatorikus tulajdonságait.*
5. hét	Lefogó halmazok, blokkoló halmazok, részsíkok. TE: *A hallgatók tisztában lesznek véges projektív síkok néhány kombinatorikusan értelmezett ponthalmazának fogalmával.*
6. hét	Ívek, oválisok, hiperoválisok. Segre tétele. TE: *A hallgatók megismerik a másodrendű görbék kombinatorikusan értelmezett megfelelőit véges síkokban és felismerik ezek kapcsolatát a kúpszeletekkel páratlan rendű véges test feletti síkok esetén.*
7. hét	Projektív síkok koordinátázása. Összefüggések egy projektív sík geometriai tulajdonságai és a koordinátázó struktúra algebrai tulajdonságai között. TE: *A hallgatók tisztában lesznek a projektív síkok és absztrakt algebrai struktúrák kapcsolatával.*

8. hét	Latin négyzetek. TE: *A hallgatók felismerik, hogy a véges projektív síkok valamint a latin négyzetek teljes ortogonális rendszerei ekvivalens struktúrák.*
9. hét	Magasabb dimenziós véges projektív terek, Galois-geometriák. TE: *A hallgatók képesek lesznek a véges test feletti projektív síkokra vonatkozó ismereteik magasabb dimenziós általánosítására.*
10. hét	Blokkrendszerek. TE: *A hallgatók megismerik véges geometriák egy jóval általánosabb osztályát, a blokkrendszereket.*
11. hét	Steiner-féle hármas- és négyesrendszerek. TE: *A hallgatók tisztában lesznek a Steiner-féle hármas- és négyesrendszerek fogalmával és a kvázicsoportokkal való kapcsolatával.*
12. hét	A kódelmélet alapfogalmai. Kódok előállítása véges síkokból. TE: *A hallgatók megismerik a kódelmélet alapfogalmait és felismerik azok kapcsolatát a véges geometriákkal.*
13. hét	MDS kódok és ívek véges projektív terekben. TE: *A hallgatók képesek lesznek MDS kódokat konstruálni felismerve azok kapcsolatát a véges projektív terek íveivel.*
14. hét	Véges geometriák kriptográfiai alkalmazásai. TE: *A hallgatók átlátják a véges geometriák és a kriptográfia közötti összefüggéseket.*

A tantárgy neve:	magyarul:	**Valószínűségelmélet**	Kódja:	**TTMME0401**
	angolul:	**Probability theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Fazekas István**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a valószínűségszámítás alapfogalmait és alkalmazásait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a matematika alapvető módszereit a valószínűségszámítás területén.

Ismeri az elméleti matematika alapvető összefüggéseit a valószínűségszámítás területén.

Képesség:

Képes a mennyiségi adatokból minőségi következtetéseket levonni. Képes a valószínűségszámítás területen megszerzett ismereteinek alkalmazására. Képes az valószínűségszámítás területén új összefüggések átlátására, feltárására.

Attitűd:

Törekszik a matematikai ismereteinek minél szélesebb körű alkalmazására. A megszerzett matematikai ismeretei alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására. Nyitott a más szakterületek sajátos problémáinak felismerésére, az ott dolgozó szakemberekkel való szakmai együttműködésre, a szakterület-specifikus problémák matematikai átfogalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli a matematikai eredményeket, azok alkalmazhatóságát, alkalmazhatósági korlátait. Tisztában van a matematikai tudományos kijelentések értékével, azok alkalmazhatóságával, korlátaival. Képes a matematikai elemzések eredményeiből következő önálló döntések meghozatalára.

A kurzus tartalma, témakörei

Valószínűség, valószínűségi változók, eloszlások. A valószínűségszámítás aszimptotikus tételei.

Probability, random variables, probability distributions. Asymptotic theorems of probability theory.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás, szemléltetés.

Értékelés

Írásbeli és szóbeli vizsga.

Kötelező olvasmány:

Fazekas István: Valószínűségszámítás. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2009.

Csörgő Sándor: Fejezetek a valószínűségelméletből, Szegedi Egyetemi Kiadó, Polygon, 2010.

Ajánlott szakirodalom:

Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

A. N. Shiryayev: Probability, Springer-Verlag, Berlin, 1984.

Heti bontott tematika	
1. hét	Statisztikai megfigyelések, diagramok, numerikus jellemzők. A relatív gyakoriság, események, valószínűség. A valószínűség klasszikus kiszámítása. Véges valószínűségi mezők. TE: A hallgatók megismerik a jelenségek véletlen természetét.
2. hét	Kolmogorov-féle valószínűségi mező. A valószínűség tulajdonságai. Véges és megszámlálható valószínűségi mezők. Feltételes valószínűség, függetlenség. Borel-Cantelli-lemma. TE: A hallgatók megismerik a valószínűség absztrakt fogalmát.
3. hét	Teljes valószínűség tétele, Bayes-tétel. Diszkrét valószínűségi változók. Várható érték, szórás. Hipergeometrikus, binomiális és Poisson-eloszlás. TE: A hallgatók megismerik a valószínűség-számítás egyszerű tételeit és a diszkrét eloszlásokat.
4. hét	Valószínűségi változó, eloszlás, eloszlásfüggvény. Abszolút folytonos eloszlás, sűrűségfüggvény. Az eloszlás általános fogalma. TE: A hallgatók megismerik a valószínűségi változók eloszlását.
5. hét	Várható érték, szórás, medián. Egyenletes, exponenciális és normális eloszlás. TE: A hallgatók megismerik a legfontosabb eloszlásokat.
6. hét	Valószínűségi változók együttes eloszlása, eloszlásfüggvénye, sűrűségfüggvénye. Függetlenség, korrelációs együttható. TE: A hallgatók megismerik a valószínűségi változók együttes viselkedését.
7. hét	Valószínűségi vektorváltozók eloszlása, eloszlásfüggvénye. Várható érték vektor, szórásmátrix. Valószínűségi változók függetlensége. TE: A hallgatók megismerik a valószínűségi vektorváltozókat.
8. hét	A többdimenziós normális eloszlás, szórásellipszoid. A normális eloszlásból vett minta. Khi-négyzet, t-, F-eloszlás. TE: A hallgatók megismerik a statisztikában használt eloszlásokat.
9. hét	Nagy számok gyenge törvényei. Egy valószínűségű, sztochasztikus, Lp- és eloszlásbani konvergencia és kapcsolatuk. TE: A hallgatók megismerik a nagy számok gyenge törvényeit.
10. hét	Kolmogorov-egyenlőtlenség. A 3-sor tétel. A nagy számok erős törvényei. TE: A hallgatók megismerik a nagy számok erős törvényeit.
11. hét	Karakterisztikus függvény és alapvető tulajdonságai. Inverziós formulák. Folytonossági tétel. TE: A hallgatók megismerik a karakterisztikus függvényeket.
12. hét	A centrális határeloszlás-tétel. Az iterált-logaritmus tétel és az arcus sinus törvény ismerteté-se. TE: A hallgatók megismerik a centrális határeloszlás-tételeket.
13. hét	A feltételes eloszlás, feltételes sűrűségfüggvény, feltételes várható érték.

	TE: A hallgatók megismerik a feltételes eloszlásokat.
14. hét	A valószínűségszámítás határérték tételeinek összehasonlító elemzése. TE: A hallgatók megismerik a valószínűségszámítás határérték tételeinek kapcsolatait.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Sztochasztikus folyamatok**	Kódja:	**TTMME0402**
	angolul:	**Stochastic processes**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Barczy Mátyás**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a sztochasztikus folyamatok alapfogalmait és azok alkalmazásait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

T1: Rendszerszinten ismeri a matematika tudományának módszereit a sztochasztikus folyamatok területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a sztochasztikus folyamatok területén.

Képesség:

K1: Képes a sztochasztikus folyamatok területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a sztochasztikus folyamatok fogalmait.
K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére a sztochasztikus folyamatok segítségével.
K10: Képes a sztochasztikus folyamatok alkalmazására a természettudományokban felvetett problémákban.

Attitűd:

A1: Törekszik a sztochasztikus folyamatok új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik a sztochasztikus folyamatok eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a sztochasztikus folyamatok tanulmányozása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a sztochasztikus folyamatok területén megszerzett tudásának mértékét.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Feltételes várható érték általános fogalma, diszkrét és folytonos idejű Markov-láncok, diszkrét idejű martingálok, Wiener-folyamat, Wiener-folyamat szerinti sztochasztikus integrál (Itô-integrál), Itô-formula, sztochasztikus differenciálegyenletek, diffúziós folyamatok.

General notion of conditional expected value, discrete and continuous time Markov chains, discrete time martingals, Wiener processes, stochastic integration with the Wiener process (Itô integral), Itô's formula, stochastic differential equations, diffusion processes.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató különféle segédanyagok biztosításával és a syllabus rendelkezésre bocsátásával segíti a felkészülést.

Értékelés

Írásbeli és szóbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

Csörgő Sándor: Fejezetek a valószínűségelméletből, Szegedi Egyetemi Kiadó, Polygon, 2010.

Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

I. Karatzas, S. E. Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, 1991.

N. Shiryayev: Probability, 2nd edition, Springer-Verlag, 1995.

S. M. Ross: Introduction to Probability Models, 10th edition, Academic Press, 2009.

Heti bontott tematika	
1. hét	Feltételes várható érték szigma-algebrára vonatkozó általános fogalma: definíció, létezés, Jensen-egyenlőtlenség, toronyszabály, Fatou-lemma, monoton- és dominált konvergencia tétel. Valószínűségi változó által generált szigma-algebrára vonatkozó feltételes várható érték a feltétel alkalmas mérhető függvénye. TE: A hallgató érti a szigma-algebrára vonatkozó feltételes várható érték általános fogalmát és ismeri annak legfontosabb tulajdonságait.
2. hét	Sztochasztikus folyamatok definíciója, független növekményűség, stacionárius növekményűség, sztochasztikus folyamatok véges dimenziós eloszlásai, várható érték függvény, kovariancia függvény, cilinderhalmazok, a Kolmogorov-féle egzisztenciatétel ismertetése. TE: A hallgató érti a sztochasztikus folyamatok definícióját, ismeri azok megadási módjait, érti a Kolmogorov-féle egzisztenciatétel állítását.
3. hét	Diszkrét idejű Markov-láncok: definíció, Markov-láncok egzisztencia tételének ismertetése, kezdeti eloszlás, átmenetvalószínűségi mátrix, Kolmogorov-Chapman egyenletek, Markov-láncok szimulálása a kezdeti eloszlás és átmenetvalószínűségi mátrix ismeretében, állapotok osztályozása, osztálytulajdonság. TE: A hallgató érti a diszkrét idejű Markov-láncok, a kezdeti eloszlás és átmenetvalószínű-ségi mátrix fogalmát, továbbá ismeri az állapotok osztályozásának elkészítési módját.
4. hét	Diszkrét idejű Markov-láncok: elérhetőség, lényeges, lényegtelen állapotok, zártság, irreducibilitás, periódus, visszatérőség, visszatérőségi kritérium, stacionaritás, ergodicitás, átmenetvalószínűségek konvergenciájának vizsgálata. TE: A hallgató képes a tanult eredmények alapján egy diszkrét idejű Markov-lánc állapotai periódusának, visszatérőségének megállapítására, az átmenetvalószínűségi függvények aszimptotikus viselkedésének a leírására. Képes eldönteni, hogy létezik-e stacionárius eloszlás, és ha igen, akkor azokat meg tudja határozni.
5. hét	Diszkrét idejű martingálok: definíció, alaptulajdonságok, Doob-felbontás, megállási időpont, opcionális megállási tétel. TE: A hallgató képes a martingáltulajdonság ellenőrzésére diszkrét esetben. Ismeri az opcionális megállási tételt és annak alkalmazásait.
6. hét	Diszkrét idejű martingálok: Wald-azonosság, Doob-féle maximálegyenlőtlenség, martingálok és szubmartingálok konvergenciája. TE: A hallgató ismeri a nevezetes martingáltételeket és azok alkalmazásait egyszerűbb, diszkrét idejű modellekben.
7. hét	Folytonos idejű Markov-láncok: átmenetvalószínűségi függvények, Kolmogorov-Chapman egyenletek, standarditás, infinitézimális mátrix és interpretációja, konzervativitás, Kolmogorov-féle backward és forward differenciálegyenlet rendszerek. TE: A hallgató ismeri a folytonos idejű Markov-láncok definícióját, alapvető jellemzőiket és érti a Kolmogorov-féle backward és forward differenciálegyenlet rendszerek jelentését.
8. hét	Folytonos idejű Markov-láncok: állapotváltozás mechanizmusa, visszatérőség, átmenetvalószínűségek aszimptotikus viselkedése, ergodikus és nullállapotok, stacionárius eloszlás, születési-kihalási folyamatok, Karlin-McGregor-tétel ismertetése. TE: A hallgató érti a folytonos idejű Markov-láncok állapotváltozás mechanizmusát, képes az

	átmenetvalószínűségi függvények aszimptotikus viselkedésének a leírására. Ismeri a Karlin-McGregor-tételt.
9. hét	Standard Wiener-folyamat létezése, Kolmogorov-féle folytonossági tétel ismertetése, Wiener-folyamat alaptulajdonságai, átmenetvalószínűségi sűrűségfüggvény. TE: A hallgató ismeri a Wiener-folyamat fogalmát és alaptulajdonságait. Érti a Wiener-folyamat valamely lehetséges konstrukcióját.
10. hét	Gauss folyamatok definíciója és alaptulajdonságaik, Wiener-folyamat jellemzése, mint speciális Gauss folyamat, Wiener-folyamat esetén első elérési idők, zérushelyek, korlátos változásúság és differenciálhatóság vizsgálata. TE: A hallgató ismeri a Gauss-folyamatok fogalmát, ennek kapcsolatát a Wiener-folyamattal, illetve ismeretekkel rendelkezik a Wiener-folyamat első elérési idejét és a trajektóriák nem-differenciálhatóságát illetően.
11. hét	Wiener-folyamat szerinti sztochasztikus integrál (Itô-integrál) fogalma és tulajdonságai. TE: A hallgató ismeri az Itô-integrál fogalmát és annak kapcsolatát egyéb, a klasszikus analízisben tanult, integrál típusokkal.
12. hét	Itô-formula és alkalmazásai sztochasztikus integrálok meghatározására. TE: A hallgató képes az Itô-formulát használni sztochasztikus integrálok számítására.
13. hét	Sztochasztikus differenciálegyenletek: erős és gyenge megoldás, diffúziós folyamatok, példák elsősorban a pénzügyi matematika területéről. Kolmogorov-egyenletek. TE: A hallgató érti a sztochasztikus differenciálegyenletek fogalmát, az erős és a gyenge megoldás közötti különbséget. A pénzügyi matematika területéről képes példákat mutatni.
14. hét	Ez a hét már vizsgaidőszak, így egyéntől függően vizsgázás vagy felkészülés a vizsgára. TE: A hallgató hozzákezd a félévfolyamán elhangzott anyag egyéni, otthoni feldolgozásához.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Többváltozós statisztika**	Kódja:	**TTMME0403**
	angolul:	**Multivariate Analysis**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Baran Sándor**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a többváltozós statisztika alapvető módszereit és azokat a gyakorlatban is alkalmazni tudják.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.

Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Képesség:

Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljeinek megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.

Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.

Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Többdimenziós minta és jellemzői; főkomponens analízis; faktoranalízis; kanonikus korreláció analízis; osztályozási módszerek; klaszteranalízis; többdimenziós skálázás.

Multivariate sample and its properties, principal component analysis, factor analysis, canonical correlation analyis, methods of statistical classification, cluster analysis, multidimensional scaling.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás, szemléltetés.

Értékelés

Vizsga.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

15. **Fazekas I. (szerk.): Bevezetés a matematikai statisztikába, Kossuth Egyetemi Kiadó, 2003.**
16. **A. J. Izenman: Modern Multivariate Statistical Techniques. Regression, Classification and Manifold Learning, Springer, 2008.**
17. **N. H. Timm: Applied Multivariate Analysis, Springer, 2002.**
18. **B. Everitt, T. Hothorn: An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R, Springer, 2011.**
19. **Móri F. T., Székely J. G. (szerk.): Többváltozós statisztikai analízis, Műszaki Könyvkiadó, 1986.**
20. **K. V. Mardia, J. T. Kent, J. M. Bibby: Multivariate Analysis, Academic Press, 1982.**

Heti bontott tematika	
1. hét	Többdimenziós minta és tapasztalati jellemzői. A Wishart-eloszlás. Többdimenziós normális eloszlásból vett minta. TE:
2. hét	Maximum likelihood becslés normális minta esetén. Hotelling-féle próba. TE:
3. hét	Főkomponens analízis, a főkomponensek jellemzői. TE:
4. hét	Tapasztalati főkomponensek. Scree diagram, példák. TE:
5. hét	A faktoranalízis alapjai. TE:
6. hét	Paraméterbecslések és hipotézisvizsgálat a faktormodellben. Faktorok forgatása TE:
7. hét	Kanonikus korreláció analízis. A kanonikus faktorok meghatározása. TE:
8. hét	Osztályozási módszerek: maximum likelihood és Bayes döntés. Becslési módszerek. TE:
9. hét	Logisztikus regresszió. Legközelebbi társ módszer. TE:
10. hét	Klaszteranalízis: hierarchikus eljárások, a k-közép módszer. TE:
11. hét	Többdimenziós skálázás. Klasszikus megoldás.

	TE:
12. hét	Nem metrikus skálázás, a Shepard-Kruskal algoritmus. TE:
13. hét	Support vector machines. TE:
14. hét	Esettanulmányok. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Opcióértékelés**	Kódja:	**TTMME0404**
	angolul:	**Option pricing**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Gáll József**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az elemi derivatívákat, a kapcsolódó árazási eljárásokat és modelleket, a modern kockázatkezelés alapjait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri az egyszerű derivatívákat, azok piaci, pénzügyi szerepét és a kapcsolódó korlátokat. Érti és alkalmazza az arbitrázsmentességen alapuló alapvető opcióárazási módszereket.

Képesség:

Megold az opcióárazási alapmodellek alkalmazásához szükséges kapcsolódó statisztikai és numerikus feladatokat, illetve opcióárazási feladatokat.

Attitűd:

Nyitott a modern pénzügyi, kockázatkezelési szakmai innovációkra és hitelesen képviseli a pénzügyi szakma alapvető etikai normáit, elveit.

Autonómia és felelősség:

Feladatvégzéskor a pénzügyi szakmai döntések során figyelembe veszi azok tágabb következményeit a vállalkozás tevékenységére. Tisztában van a dervatívák alkalmazásának összetettségével, az egyes pozíciókhoz kapcsolódó kockázatokkal és modellek alkalmazási korlátaival.

A kurzus tartalma, témakörei

A hallgatók megismerik az alapvető derívatívákat és azok szerepét, a derivatív piacok működésének alapjait, a derivatívák árazásának alapelveit, az arbitrázsmentesség elvét és alkalmazását, továbbá néhány klasszikus modellt és azok illesztésével, alkalmazásával kapcsolatos problémákat és megoldási módszereket.

The students get to know about the fundamental derivatives and their roles, the fundamentals of the mechanism of derivatives markets, the principles of pricing derivatives, the principle of arbitrage-freeness and how to apply it, some classical models and problems and methods related to their fitting and applications.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadások elméleti eredményeit piaci példákkal, számítási példákkal támasztjuk alá.

Értékelés

A kurzus írásbeli vizsgával zárul, mely elméleti kérdéseket tartalmaz.

Kötelező olvasmány:

Hull, J. C.: Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek, Panem-Prentice Hall, 1999.

Ajánlott szakirodalom:

Gáll J. és Pap Gy. (2010): Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon, Szeged.

Barczy M. és Gáll J. (2010): Pénzügyi matematika példatár II, Polygon, Szeged.

Heti bontott tematika	
1. hét	Alapfogalmak. Derivatívák, csoportosításuk. TE: Ismerik a pénzügyi derivatívákat és szerepüket a kockázatkezelésben.
2. hét	Határidős ügyletek, egyszerű opciók. Kifizetési függvények, profit. Példák. TE: Érti az elemi derivatívák közötti különbséget.
3. hét	Arbitrázs fogalma. Határidős ügyletek árazása. Határidős ár. TE: Érti és alkalmazza a határidős árazás alapjait.
4. hét	Forward és futures szerződések összevetése, árazási speciális esetek és példák. TE: Ismeri és alkalmazza a határidős ár egyes speciális formáit különböző alaptermékekre.
5. hét	Opciós díjak tulajdonságai (alapfogalmak, tényezők, korlátok). TE: Ismeri az opciós díjakra ható tényezőket egyszerű opciók esetén.
6. hét	Put-call paritás, korai lehívás. Elemi kereskedési stratégiák (részvény és egyszerű opciók kombinációi). TE: Érti az opciós pozíciók változását részvénypoziciós kombinációban.
7. hét	Kereskedési stratégiák opciókkal (különbözeti ügyletek, terpesz stratégiák variánsai). TE: Ismeri az opciós kombináltpozíciók tulajdonságait.

8. hét	Opcióárazás bináris piacokon. Európai opciók árazása, fedezeti stratégia, arbitrázsmentesség. TE: Érti egyszerű bináris piacokon az arbitrázsmentes árazás alapelveit.
9. hét	Bináris, binomiális piacok. Árazás osztalék esetén, amerikai opciók árazása. TE: Képes alkalmazni bináris piacokon az opcióárazási formulákat, algoritmusokat.
10. hét	Bevezetés a folytonos idejű modellekbe. Piaci hatékonyság, volatilitás, a Black-Scholes piac alapjai. TE: Ismeri a folytonos idejű piacok, főként a Black-Scholes alapfeltevéseit, a piaci hatékonyság következményeit.
11. hét	A Black-Scholes formula ismertetése, alkalmazási, illesztési kérdések, implikált volatilitás. TE: Tudja alkalmazni a BS formulát, és az ahhoz szükséges statisztikai feladatokat elvégzi.
12. hét	Pénzügyi kockázatok csoportosítása, a baseli szabályozás alapjai. Piaci kockázat kezelésének alapjai. TE: Ismeri a modern pénzpiaci szabályozás alapelveit, kockázati csoportokat, problémákat.
13. hét	Görögök, delta fedezet. TE: Ismeri a görögök szerepét, értelmezését, kapcsolatát egyszerű esetekben.
14. hét	Opciós árak becslési eljárásai, MC szimulációk, approximációk. TE: Ismeri és alkalmazza az opciós díj elemi becslési módszereit.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Pénzügyi matematika I.**	Kódja:	**TTMME0405**
	angolul:	**Financial mathematics I**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Barczy Mátyás**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a legfontosabb diszkrét idejű részvénypiaci és opcióárazási modelleket és azok alkalmazási feltételeit, a legfontosabb kockázati mértékeket, és azok alkalmazását operációs kockázatokra, továbbá a Markowitz-féle portfóliómodellt és CAPM-et, azok alkalmazási feltételeit és kritikáit.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a legfontosabb diszkrét idejű opcióárazási modelleket, azokban arbitrázsmentességi feltételeket és azok következményeit derivatívák árazásában. Ismeri a legfontosabb kockázati mértékeket és azok elméleti tulajdonságait. Érti a Markowitz-féle portfóliómodell feltételrendszerét és főbb eredményeit.

Képesség:

Diszkrét idejű részvénypiaci modellekben alkalmazni tudja az arbitrázsmentességi feltételeket, azok következményét a modellre érti, alkalmazásokban használja, főként derivatívák árazásánál. Képes a kockázati mértékek számítására pénzügyi modellekben, továbbá pénzügyi környezetben a kurzushoz kapcsolódó modellekben megoldható problémák megoldásának megtervezésére.

Attitűd:

Nyitott az kurzuson ismertetett piaci modellekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra, törekszik az új szakirodalmi modellek és piaci tesztek megismerésére.

Autonómia és felelősség:

Tisztában van az alkalmazott piaci modellek alkalmazási kockázataival, nyitott az ezekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra.

A kurzus tartalma, témakörei

Diszkrét idejű részvénypiaci, opcióárazási modellek, kockázati mértékek, koherens mértékek, Value at Risk, Expected Shortfall, operációs kockázat és összetett eloszláson alapuló modelljei. Markowitz-féle mean-variance portfólióanalízis, CAPM.

Discrete time models of shares markets and options pricing, risk measures, coherent measures, Value at Risk, Expected Shortfall, operational risk and its models based on composite distributions. Markowitz-type mean-variance

portfolio analysis, CAPM.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadáson az elméleti eredmények mellett tárgyalásra kerülnek a szakirodalmi kritikák, az egyes modellek feltételrendszerének lehetséges piaci tesztelése a modellek alkalmazhatóságának jobb megértése érdekében.

Értékelés

A kurzus szóbeli vizsgával zárul, melyben a hallgatók elméleti eredményeket ismertetnek a tanult modellekkel kapcsolatban,illetve azokhoz kapcsolódó alkalmazási feltételeket.

Kötelező olvasmány:

Gáll József, Pap Gyula: Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon kiadó, 2010.

Barczy Mátyás: Pénzügyi matematika példatár I., Polygon kiadó, 2010.

Barczy Mátyás, Gáll József: Pénzügyi matematika példatár II., Polygon kiadó, 2010.

Harry H. Panjer: Operational Risk: Modeling Analytics, Wiley, 2006.

Ajánlott szakirodalom:

Musiela, M. and Rutkowski, M. (2005), Martingale Methods in Financial Modeling, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Heti bontott tematika	
1. hét	Feltételes várható érték, martingálok, nevezetes tételek. TE: Képes egyszerű martingáltulajdonságok ellenőrzésére, a nevezetes martingáltételek alkalmazására egyszerűbb modellekben.
2. hét	Értékpapírpiacok, származtatott értékpapírok. Diszkrét idejű piacok, alapfogalmak. TE: Érti a piaci koncepciók alapjait, az önfinanszírozó stratégiát, tulajdonságait, egyszerű példákban a fogalmakat alkalmazni tudja.
3. hét	Arbitrázs. TE: Érti az ekvivalens martingálmértékek (EMM-ek) és az arbitrázsmentesség jelentőségét, azok kapcsolatát, az árazási alaptételt.
4. hét	Arbitrázs. TE: Ismeri az árazási alaptételt és igazolását, az EMM-ek jelentőségét és alkalmazza az eredményt diszkrét piacokon.

5. hét	Piaci teljesség. TE: Ismeri a teljességgel kapcsolatos főtételt és annak jelentőségét érti.
6. hét	Opcióárazási alaptételek. TE: Ismeri a legfontosabb opcióárazási tételeket diszkrét piacokon.
7. hét	Opcióárazási tételek, további piacok és kérdések. TE: A legfontosabb opcióárazási tételeket diszkrét piacokon egyszerű derivatívákra alkalmazni tudja.
8. hét	Kockázati mértékek alaptulajdonságai, Value at Risk. TE: Ismeri a VaR tulajdonságait, alkalmazhatóságának korlátait.
9. hét	Kockázati mértékek alaptulajdonságai, Expected shortfall. TE: Ismeri az ES tulajdonságait, alkalmazhatóságának korlátait.
10. hét	Operációs kockázat. Összetett eloszláson alapuló (AMA) modellek és becslések. TE: Érti az AMA megközelítést, a modell alkalmazásának feltételeit, abban kockázati mértékek becslését képes elvégezni.
11. hét	Mean-variance portfólióoptimalizálás. TE: Érti a Markowitz-féle modell kiinduló feltételeit, a portfólióoptimalizálási feladatokat.
12. hét	Mean-variance portfólióoptimalizálás TE: Ismeri a hatékony piaci görbét származtatását, tulajdonságait, értelmezését.
13. hét	CAPM TE: Ismeri a kockázatmentes eszközzel bővített feladat megoldását, az SML görbét, származtatását, tulajdonságait, értelmezését.
14. hét	Az ismertetett piaci modellek áttekintése, kritikáik, alkalmazási korlátaik megvitatása. TE: Tisztában van az egyes modellek alkalmazási korlátaival, azokat érintő tapasztalati problémákkal, kritikusan szemléli azok alkalmazását, alternatív modellek vizsgálatát.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Pénzügyi matematika II.**	Kódja:	**TTMME0406**
	angolul:	**Financial mathematics II**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Pénzügyi matematika I.	Kódja:	TTMME0405

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Gáll József**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a hasznosságelmélet és várható hasznosság axiomatikus felépítését, s annak alkalmazását pénzügyi, elsősorban portfólióoptimalizálásban, továbbá megismerjék folytonos időben a legfontosabb részvény- és kötvénypiaci modelleket, s ezekben az arbitrázsmentesség és derivatívák árazásának legfontosabb szakirodalmi eredményeit.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a klasszikus hasznosságelmélet várható hasznosság elméletének axiomatikus felépítését, érti az ezzel kapcsolatos szakirodalmi vitát, kritikákat.

Képesség:

Folytonos idejű részvény- és kötvénypiaci (kamatláb)modellekben alkalmazni tudja az arbitrázsmentességi feltételeket, azok következményét a modellre érti, alkalmazásokban használja.

Attitűd:

Nyitott az kurzuson ismertetett hasznosságelméleti és piaci modellekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra, törekszik az új szakirodalmi modellek és piaci tesztek megismerésére.

Autonómia és felelősség:

Tisztában van az alkalmazott főként részvény- és kötvénypiaci modellek alkalmazási kockázataival, nyitott az ezekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra.

A kurzus tartalma, témakörei

Hasznosságelmélet, várható hasznosság, axiómák, szakirodalmi kritikák. Kockázatkerülés és mérése, optimális portfóliók. Folytonos idejű részvény- és kamatlábmodellek, arbitrázsmentesség vizsgálata, részvény-, kötvény- és kamatlábderivatívák árazása.

Utility theory, expected utility, axioms and criticism in related literature. Risk aversion and its measuring, optimal portfolios. Contionuous time shares and interest-rate models, analysis of arbitrage-freeness, pricing of shares, bonds and interest-rate derivatives.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadáson az elméleti eredmények mellett tárgyalásra kerülnek a szakirodalmi kritikák, az egyes modellek feltételrendszerének lehetséges piaci tesztelése a modellek alkalmazhatóságának jobb megértése érdekében.

Értékelés

A kurzus szóbeli vizsgával zárul.

Kötelező olvasmány:

Gáll József, Pap Gyula: Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon kiadó, 2010.

Barczy Mátyás: Pénzügyi matematika példatár I., Polygon kiadó, 2010.

Musiela, M. and Rutkowski, M. (2005), Martingale Methods in Financial Modeling, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Ajánlott szakirodalom:

Barczy Mátyás, Gáll József: Pénzügyi matematika példatár II., Polygon kiadó, 2010.

Björk, T. (1998), Arbitrage Theory in Continuous Time, Oxford University Press, Oxford/New York.

Brigo, D. and Mercurio, F. (2006), Interest Rate Models - Theory and Practice: With Smile, Inflation and Credit, Springer, Berlin, Heidelberg New York.

Heti bontott tematika	
1. hét	Hasznosságelmélet, axiómák, alaptételek. TE: Érti a hasznosságelmélet axiomatikus felépítését, annak korlátait kritikusan kezeli.
2. hét	Várható hasznosság. TE: Érti a várható hasznosságelmélet axiomatikus felépítését.
3. hét	Várható hasznosság. TE: Ismeri a hasznosságelmélet axiomatikus felépítésének főbb eredményeit, korlátait kritikusan kezeli.
4. hét	Kockázatkerülés és mérése. TE: Ismeri a kockázatkerülés fogalmát és annak lehetséges mérési formáit, értelmezéseit.
5. hét	Várható hasznosság alapú portfólióoptimalizálás, értékpapírok kereslete.

	TE: Ismeri a hasznosságalapú portfólióoptimalizálás alaptételeit, az optimális portfóliók tulajdonságait, pl. egyéni keresletre vonatkozó következményeket.
6. hét	Folytonos idejű értékpapírpiaci modellek. Alapfogalmak. TE: Ismeri folytonos idő esetén a piaci alapokat, az önfinanszírozó stratégiákat és főbb tulajdonságaikat.
7. hét	Mértékcsere folytonos időben. Alaptételek, arbitrázsmentesség. TE: Ismeri folytonos idejű piacokon történő mértékcsere klasszikus tételeit és képes azt egyszerűbb modellekben alkalmazni.
8. hét	Black-Scholes piac, Black-Scholes formula. TE: Ismeri a Black-Scholes piac definícióját, ott egyszerű opciók árazásához szükséges állításokat. Érti a modell alkalmazási korlátait.
9. hét	További alternatív modellek részvényárfolyamat modellezésére. TE: Ismeri a legfontosabb modern részvényárazási modelleket folytonos időben, azokban arbitrázsmentességi és opcióárazási állításokat. Azok feltételeit érti.
10. hét	Kötvénypiacok, hozamgörbék, kamatlábdefiníciók. TE: Érti a kötvénypiaci alapobjektumokat (hozamok, kamatlábak, kötvényárak, derivatívák) és azok kapcsolatát.
11. hét	Arbitrázsmentes folytonos kötvénypiaci modellek. Alaptételek. TE: Ismeri és kezelni tudja arbitrázsmentes kötvényárcsaládokban az alapobjektumokat leíró sztochasztikus folyamatokat, azok származtatását egymásból és az arbitrázsmentesség főbb feltételeit, következményeit.
12. hét	Mértékcsere, határidős mérték. TE: Ismeri és egyszerűbb esetekben alkalmazza az ekvivalens martingálmértékeket és határidős mértékeket.
13. hét	Short rate modellek alapjai. TE: Ismeri a legismertebb short rate modellek definícióját, abban a kapcsolódó kötvényár- és egyéb alapfolyamatok származtatását.
14. hét	Short rate modellek. TE: Érti az egyes short rate modellek közötti különbségeket, főbb derivatívaárazási állításokat, alkalmazási korlátokat.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Biztosítási matematika**	Kódja:	**TTMME0407**
	angolul:	**Insurance mathematics**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Barczy Mátyás**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az általános biztosításmatematika, és ezen belül elsősorban a nem-élet biztosításmatematika alapeszközeivel, továbbá az életbiztosítások alapjaival.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Érti az alapvető biztosítási fogalmakat. Ismeri a nem-életbiztosítási alapmodelleket, azok illesztéséhez, az összkár meghatározásához kapcsolódó számítási, becslési módszereket, továbbá az életbiztosítási számítások és tartalékolási módszerek alapjait.

Képesség:

Felismeri egyszerűbb biztosítási problémákban az alkalmazható modellcsaládot, illeszti, becsli a szükséges paramétereket, összkár- és díjkalkulációs számításokat végez.

Attitűd:

Nyitott a biztosítási, pénzügyi szakmai innovációkra és hitelesen képviseli a pénzügyi szakma alapvető etikai normáit, elveit.

Autonómia és felelősség:

Feladatvégzéskor a biztosítási, pénzügyi szakmai döntések során figyelembe veszi azok tágabb következményeit a vállalkozás tevékenységére.

A kurzus tartalma, témakörei

Biztosítás fogalma, biztosítások csoportosítása, klasszikus nem-életbiztosítási modellek, összkármeghatározási módszerek, kapcsolódó illesztési, statisztikai kérdések. Díjkalkuláció. Élet- és viszontbiztosítási alapok, járadékszámítás, díjkalkuláció életbiztosítások esetén.

Notion of insurance, classification of insurances, classical non-life insurance models, methods for determining total loss, related regression and statistical questions. Pricing. Life and reinsurances, annuity calculation, priceing of life insurances.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadás az ismertetett elméleti részek mellett példákat mutat is bemutat az egyes módszerekre. Tárgyalásra kerülnek gyakorlati statisztikai, illesztési kérdések.

Értékelés

A kurzus szóbeli vizsgával zárul, mely során elméleti kérdések kidolgozása mellett egyszerű példákon is bemutatják a hallgatók, hogy képesek alkalmazni a tanult módszereket biztosítási példákon, adatokon.

Kötelező olvasmány:

Arató Miklós: Nem-életbiztosítási matematika, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2001,
Straub, Erwin: Non-life Insurance Mathematics, Springer-Verlag, 1980,
Szabó László Imre és Viharos László: Az életbiztosítás alapjai, Polygon jegyzet, 2001

Ajánlott szakirodalom:

Banyár József: Életbiztosítás, Aula, 2003,
Mikosch, Thomas: Non-life Insurance Mathematics, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.

Heti bontott tematika	
1. hét	Biztosítási alapfogalmak. TE: Ismeri a biztosítási szerződések alaptípusait, kapcsolódó fogalmakat.
2. hét	Biztosítási alapfogalmak, nem-életbiztosítási alapmodellek. TE: Érti a nem-életbiztosítási bevezető modelleket.
3. hét	Egyéni kockázat modellje, összkár-meghatározási módszerek: rekurziók, De Pril algoritmus. TE: Felismeri és alkalmazza az egyéni kockázat modelljét és abban az összekár meghatározásának egyes (rekurziós) módszereit.
4. hét	Összkár-meghatározási módszerek: Berry-Esseen egyenlőtlenségek, normális közelítési módszerek. TE: Ismeri a normális közelítésen alapuló összkáreloszlást becslő módszereket és azok korlátait.
5. hét	Momentumgeneráló és generátorfüggvények, Laplace transzformált, nevezetes tételek. TE: Érti és alkalmazza nevezetes eloszlások esetén a generátorfüggvényeket és momentumgeneráló függvényeket.
6. hét	Összetett kockázat modellje, nevezetes kárszámeloszlások, (a,b,0)-típusú eloszlások.

	TE: Érti az összetett kockázati modell feltételeit, korlátait.
7. hét	Összetett kockázat modellje, nevezetes kárszámeloszlások, illesztési, statisztikai módszerek. TE: Kiválasztja és illeszti a kárszámeloszlásokat egyszerű veszélyközösségek esetén.
8. hét	Nevezetes káreloszlások, illesztési, statisztikai módszerek. Önrész, infláció. TE: Kiválasztja és illeszti a káreloszlásokat egyszerű veszélyközösségek esetén.
9. hét	Az összkár eloszlásával kapcsolatos módszerek. Panjer rekurzió. TE: Ismeri a összkáreloszlás mutatóinak, eloszlásának számolási és becslési elemi eszközeit.
10. hét	Díjkalkulációs elvek és tulajdonságaik. TE: Érti a díjkalkulációs elvek különbségét, alkalmazási korlátait.
11. hét	Tartalékolási módszerek, további neméletbiztosítási problémák. TE: Érti a tartalékolási célját, alapvető módszereit, alkalmazási korlátait.
12. hét	Életbiztosítási fogalmak, biztosítások típusai, elemi problémák, díjkalkuláció. TE: Felismeri a legfontosabb életbiztosítási típusokat, kapcsolódó fogalmakat.
13. hét	Életbiztosítási járadékszámítás, díjkalkuláció és díjtartalék. TE: Érti az elemi díjkalkulációs és díjtartalékszámítási fogalmakat és módszereket.
14. hét	Viszontbiztosítási alapfogalmak. Egyéb biztosítási problémák, összefoglalás. TE: Felismeri és érti a legfontosabb viszontbiztosítási típusokat, kapcsolódó fogalmakat. Tisztában van a tanult módszerek és modellek korlátaival, alkalmazásuk hatásaival a tágabb vállalati környezetben.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Időrsorok elemzése**	Kódja:	**TTMME0408**
	angolul:	**Time series analysis**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Sztochasztikus folyamatok	Kódja:	TTMME0402

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**1**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**4**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Barczy Mátyás**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az idősorok elemzésének alapfogalmait és azok alkalmazásait, illetve képesek legyenek a témakör egyszerű feladatainak megoldására. A gyakorlaton a hallgatók az előadáson elhangzott fogalmakat és tételeket példákon és alkalmazásokon keresztül mélyítik el, egy statisztikai szoftver (például, az R programnyelv) segítségével.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

T1: Rendszerszinten ismeri a matematika tudományának módszereit az idősorok elemzése területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit az idősorok elemzése területén.

Képesség:

K1: Képes az idősorok elemzése területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az idősorok elemzése fogalmait.
K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére idősorok elemzése segítségével.
K10: Képes az idősorok alkalmazására a természettudományokban felvetett problémákban.

Attitűd:

A1: Törekszik az idősorok analízise témakör új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik az idősorok elemzése eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy az idősorok elemzése során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg az idősorok elemzése területén megszerzett tudásának mértékét.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Gyengén és erősen stacionárius idősorok, ARMA és ARIMA folyamatok, ezek előrejelzése az időtartományban és frekvencia tartományban. Box-Jenkins módszer. Kálmán-szűrés. Hosszú memóriájú és frakcionálisan integrált folyamatok.

Weakly and strongly stationary processes, ARMA and ARIMA processes, predictions in time domain and frequency domain. Box-Jenkins method. Kalman filtering. Long memory and fractionally integrated processes.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. A gyakorlaton egy programnyelv (például az R programnyelv) használata idősorok elemzésére. Az oktató különféle segédanyagok biztosításával és a syllabus rendelkezésre bocsátásával segíti a felkészülést.

Értékelés

Az előadás esetén írásbeli és szóbeli vizsga, a gyakorlat esetén pedig zárthelyi dolgozat formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

P. J. Brockwell, R. A. Davis: Time Series: Theory and Methods, 2nd edition. Springer, 2006.

W. W. S. Wei: Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods, 2nd edition. Pearson Education, 2006.

R. H. Shumway, D. S. Stoffer: Time Series Analysis and its Applications with R Examples, 3rd edition. Springer, 2011.

W. A. Fuller: Introduction to Statistical Time Series, 2nd edition. John Wiley & Sons Inc, 1996.

Heti bontott tematika	
1. hét	Gyengén és erősen stacionárius idősorok, trend és szezonális komponens, a trend komponens becslése és eliminálása. Elméleti és tapasztalati autokovariancia- és autokorrelációs függvény, példák. TE: A hallgató ismeri a gyenge, illetve erősen stacionaritás, a trend és szezonális komponens fogalmát, képes az autokovariancia- és autokorrelációs függvény számolására.
2. hét	Kauzális és invertálható ARMA folyamatok, AR(1) és MA(1) folyamat létezése és autokovariancia-, illetve autokorrelációs függvénye. TE: A hallgató ismeri az ARMA folyamatok fogalmát, érti a kauzalitás és az invertálhatóság jelentését, egy adott ARMA folyamat esetén ezeket el tudja dönteni. Az AR(1) és MA(1) folyamatok létezését indokolni képes, és jellemzőiket számolni tudja.
3. hét	Végetlen rendű mozgóátlag folyamatok. ARMA folyamatok autokovariancia függvényének számítása, parciális autokorrelációs függvény, autokovariancia generáló függvény. TE: A hallgató képes használni az ARMA folyamatok autokovariancia függvényének számolására tanult módszereket.
4. hét	Előrejelzés az időtartományban, Durbin-Levinson algoritmus, innovációs algoritmus. TE: A hallgató képes a Durbin-Levinson algoritmus és az innovációs algoritmus végrehajtására.
5. hét	ARMA folyamatok előrejelzése, Wold felbontás. TE: A hallgató képes egyszerűbb esetekben a Wold felbontás elkészítésére és ez alapján előrejelzésre.
6. hét	Végtelen rendű mozgóátlag folyamatok (speciálisan ARMA folyamatok) esetén a mintaátlag, autokovariancia- és autokorrelációs függvény aszimptotikus viselkedése (Bartlett formula), konfidencia intervallumok szerkesztése. TE: A hallgató képes ARMA folyamatok paraméterei esetén konfidencia intervallumok készítésére.
7. hét	Gyengén stacionárius folyamatok (speciálisan ARMA folyamatok) spektrális reprezentációja (Herglotz tétel, ortogonális növekményű sztochasztikus folyamat szerinti sztochasztikus integrál), spektrális sűrűségfüggvény, inverziós formula, Kolmogorov formula. TE: A hallgató ismeri a gyengén stacionárius folyamatok spektrális reprezentációját.
8. hét	Gyengén stacionárius folyamatok (speciálisan ARMA folyamatok) előrejelzése a frekvencia tartományban: periodogram, aszimptotikus viselkedése, periodogram simítása, konfidencia intervallum a spektrális sűrűségfüggvényre, spektrális ablakok. TE: A hallgató ismeri a periodogram fogalmát és annak használatát.
9. hét	Paraméterbecslés ARMA folyamatok esetén: Yule-Walker egyenletek, legkisebb négyzetes becslés, maximum likelihood becslés, aszimptotikus tulajdonságaik. TE: A hallgató képes a Yule-Walker egyenletek használni ARMA folyamatok paraméterbecslésére.
10. hét	ARIMA folyamatok.

	TE: A hallgató ismeri az ARIMA folyamatok fogalmát és azok alkalmazási lehetőségeit a modellezés során.
11. hét	Idősorok modellezése és előrejelzése ARIMA folyamatokkal, a Box-Jenkins módszer, információs kritériumok (FPE, AIC, BIC kritériumok). TE: A hallgató képes a Box-Jenkins módszer használatára és programnyelvben való megvalósítására.
12. hét	Kálmán-szűrés. TE: A hallgató ismeri a Kálmán-szűrést.
13. hét	Hosszú memóriájú folyamatok, frakcionálisan integrált folyamatok, önhasonló folyamatok. TE: A hallgató ismeri a hosszú memóriájú folyamatokat és érti a frakcionális folyamatok legfontosabb tulajdonságait.
14. hét	Ez a hét már biztosan vizsgaidőszak, így egyéntől függően vizsgázás vagy felkészülés a vizsgára. TE: A hallgató hozzákezd a félévfolyamán elhangzott anyag egyéni, otthoni feldolgozásához.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Adatbányászat**	Kódja:	**TTMME0410**
	angolul:	**Data Mining**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:										
Kötelező előtanulmány neve:		-						Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		**Dr. Baran Sándor**		beosztása:	**egyetemi docens**	

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az adatbányászat alapvető módszereit és azokat a gyakorlatban is alkalmazni tudják.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.

Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Képesség:

Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.

Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.

Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Az adatbányászat fogalma és szerepe. Adatok, attribútumok, mérési skálák, adatok előfeldolgozása. Feltáró adatelemzés. Döntési fák, osztályozó eljárások. Asszociációs elemzés. Klaszterezésen alapuló eljárások. Rendellenességek keresése.

Notion of data mining and its role. Data types, attributes, measure scales, preprocessing of data. Exploratory data analysis. Decision trees, classification methods. Association analysis. Cluster based algorithms. Anomaly detection. Case studies.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadáson bemutatott módszereket minden esetben valós adatbázisokon végrehajtott gyakorlati példa illusztrálja

Értékelés

A kurzus szóbeli vizsgával zárul, ahol különösen nagy hangsúlyt kapnak az ismertetett módszerek gyakorlati alkalmazásai

Kötelező olvasmány:

- Pang-Nin Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar: Adatbányászat. Alapvetés. Panem, 2012.

Ajánlott szakirodalom:

21. Jiawei Han, Jian Pei, Micheline Kamber: Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2012.

Heti bontott tematika	
1. hét	Az adatbányászat fogalma és szerepe. Példák. TE: Megismerkednek az adatbányászat céljával és találkoznak néhány jellemző adatbányászati feladattal.
2. hét	Adatok, attribútumok, mérési skálák, adatok előfeldolgozása. TE: Megismerik a főbb adatállomány típusokat és az adatok előfeldolgozásának legfontosabb eljárásait.
3. hét	Feltáró adatelemzés, leíró statisztikák. Adatvizualizáció, TE: Átismétlik a legfontosabb egy- és többdimenziós leíró statisztikákat és megismerik a főbb vizualizációs eljárásokat.
4. hét	OLAP-módszerek, többdimenziós adatelemzés. TE: Megismerik az OLAP-rendszerek alapelveit és az adatok többdimenziós tömbként való kezelésén alapuló eljárásokat.
5. hét	Döntési fák, logisztikus regresszió. TE: Megtanulják a döntési fák működésének és készítésének alapelveit, átismétlik a logisztikus regresszióval kapcsolatos ismereteket.
6. hét	Szabályalapú osztályozók. Legközelebbi társ módszer. Bayes osztályozók. TE: Megismerik a szabályalapú osztályozók működését, átismétlik a legközelebbi társ módszerrel és a Bayes osztályozókkal kapcsolatos ismereteket.
7. hét	Neurális hálók és jellemzőik. TE: Megismerik a perceptron modellt és a többrétegű neurális hálók működésének alapjait.
8. hét	Tartóvektor-gépek (Support Vector Machines). TE: Átismétlik a szeparálható esettel kapcsolatos ismereteket és megtanulják, hogyan működik a lineáris SVM a nem szeparálható esetben és a nemlineáris SVM.
9. hét	Együttes módszerek: zsákolás, gyorsítás. Együttes módszerek közötti összehasonlítás. TE: Példákon keresztül megismerik, miképpen javítja egy együttes módszer egy osztályozó teljesítményét és módszereket tanulnak együttes osztályozók építésére.
10. hét	Az asszociációs elemzés alapfogalmai és alapvető algoritmusai. TE: Megismerik a vásárlói kosár elemzéséhez szükséges legfontosabb fogalmakat és módszereket.

11. hét	Klaszteranalízis: a k-közép módszer és variánsai. TE: Átismétlik az alapvető k-közép klaszterezést, megismerik annak variánsait és példákon keresztül megtanulják a módszerek alkalmazhatóságának lehetőségeit.
12. hét	Hierarchikus eljárások. Sűrűség alapú klaszterezés. Klaszterek kiértékelése. TE: Átismétlik a hierarchikus eljárásokkal kapcsolatos ismereteket és megtanulják a sűrűség alapú klaszterezés alapjait és a klaszter kiértékelés alapvető eljárásait
13. hét	Rendellenességek keresése TE: Megtanulják a kiugró értékek észlelésének alapvető módszereit.
14. hét	Esettanulmányok. TE: Esettanulmányok segítségével mélyebb ismereteket szereznek az egyes módszerek alkalmazásáról.

<table>
<tr><td rowspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="3">Információelmélet</td><td rowspan="2">Kódja:</td><td rowspan="2">TTMME0411</td></tr>
<tr><td>angolul:</td><td colspan="3">Information theory</td></tr>
<tr><td colspan="8">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="6">DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="4">-</td><td>Kódja:</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td colspan="2">Előadás</td><td colspan="2">Gyakorlat</td><td colspan="2">Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>1</td><td>Heti</td><td>0</td><td rowspan="2">Kollokvium</td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tantárgyfelelős oktató</td><td colspan="2">neve:</td><td colspan="2">Dr. Pintér Ákos</td><td>beosztása:</td><td>egyetemi tanár</td></tr>
</table>

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az információelmélet, valamint a kódelmélet alapfogalmait és a napjainkban használt legfontosabb kódolási eljárásokat.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a kódoláselmélet és kriptográfia alapjait, a gyakorlatban legelterjedtebb kódok és titkosírások elméleti hátterét és alkalmazhatóságát. Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot. Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Képesség:

Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljeinek megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében. Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Törekszik az alkalmazott matematika eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására. Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére. Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat. Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Többdimenziós minta és jellemzői; főkomponens analízis; faktoranalízis; kanonikus korreláció analízis; osztályozási módszerek; klaszteranalízis; többdimenziós skálázás.

Samples from multivariate distributions and their properties; principal component analysis; factor analysis; canonical correlation analysis; grouping methods; cluster analysis; multidimensional scaling**.**

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok és vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

Györfi László, Győri Sándor, Vajda István: Információ- és kódelmélet. Typotex, 2010.

Ajánlott szakirodalom:

Csiszár Imre, Fritz József: Információelmélet. Tankönyvkiadó, 1980.

Cover, Thomas M. and Thomas, Joy A.: Elements of Information Theory. Wiley, 2006.

Togneri, Roberto and de Silva, Christopher J. S.: Fundamentals of Information Theory and Coding Design. Chapman & Hall/CRC, 2006.

Ash, Robert B.: Information Theory. Dover Publications, 1990.

Heti bontott tematika	
1. hét	Egyértelműen dekódolható és prefix kódok. McMillan- és Kraft egyenlőtlenség. Entrópia, átlagos kódszóhossz és ezek kapcsolata. Blokkonkénti kódolás. TE: a hallgató képessé válik egyértelműen dekódolható és prefix kódokat megadni, megállapítani az átlagos kódszóhosszt és blokkonkénti kódolást adni
2. hét	Optimális kódok. A bináris Huffman- és Shannon-Fano-kód. Az entrópia, illetve a feltételes entrópia tulajdonságai. TE: a hallgató képessé válik Huffman- és Shannon-Fano-kódolást megadni
3. hét	Információforrások: tulajdonságaik (stacionaritás, emlékezetnélküliség) és kódolásuk. Univerzális forráskódolás. Lempel-Ziv algoritmusok, példák. TE: a hallgató képessé válik információforrások kódolására, univerzális forráskódolásra és a Lempel-Ziv algoritmus leprogramozására
4. hét	Forráskódolás előírt hibavalószínűséggel. Információstabilis források és tulajdonságaik. Jelsebesség és forrásentrópia. Differenciális entrópia és tulajdonságai. Információs távolság. TE: a hallgató képessé válik előírt hibavalószínűséggel forráskódolást megadni
5. hét	Kvantálás, optimális kvantáló. Az egyenletes kvantáló torzítása és entrópiája. Nem egyenletes kvantálók. Lloyd-Max feltétel és Lloyd-Max algoritmus. Kompanderes és vektorkvantálók. TE: a hallgató képessé válik a Lloyd-Max algoritmus leprogramozására
6. hét	Spektrálsűrűség, lineáris szűrés, mintavételezés. A mintavételi tétel. Transzformációs kódolás, nevezetes transzformációk. TE: a hallgató képessé válik alkalmazni a mintavételi tételt és a transzformációs kódolást
7. hét	Részsávos-, különbségi- és prediktív kódolás. DPCM, Jayant-kvantáló, delta-moduláció, prediktorok. TE: a hallgató képessé válik részsávos-, különbségi- és prediktív kódolást megadni
8. hét	Beszéd- és hangtömörítés. TE: a hallgató képessé válik beszéd- és hangtömörítést végezni
9. hét	Kép- és videotömörítés TE: a hallgató képessé válik kép- és videótömörítést készíteni
10. hét	A kölcsönös információ és tulajdonságai. Betűnkénti hűségkritérium, R-D függvény. A forráskódolási tétel és megfordítása. TE: a hallgató képessé válik az R-D függvényt, valamint a forráskódolási tételt és megfordítását alkalmazni
11. hét	A hibajavító kódolás alapjai: Hamming-távolság, kódtávolság, kapcsolat a hibafelismeréssel és javítással. Korlátok (Hamming, Singleton, Plotkin, Gilbert-Varsanov). Példák. Lineáris kó-

	dok, generátor- és paritásellenőrző mátrix. TE: a hallgató képessé válik a hibajavító kódolás alapvető fogalmait használni, lineáris kódokat megadni
12. hét	Szindróma dekódolás. A bináris Hamming-kód. Példák. Általános lineáris kódok. A nembináris Hamming-kód. TE: a hallgató képessé válik szindróma dekódolást, bináris és nembináris Hamming-kódot megadni
13. hét	Ciklikus kódok, generátor- és paritásellenőrző polinomok. Szindrómák. Példák. Bináris Golay-kód. Reed-Solomon- és Reed-Müller-kód. Példák. TE: a hallgató képessé válik ciklikus kódokat, Golay-, Reed-Solomon- és Reed-Müller-kódokat megadni
14. hét	BCH-kód. Kódfűzés, szorzat- és kaszkád kódok. Példák. TE: a hallgató képessé válik BCH, szorzat- és kaszkád kódokat megadni

A tantárgy neve:	magyarul:	**Formális nyelvek és automaták**	Kódja:	**TTMME0601**
	angolul:	**Formal languages and automata**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Horváth Gábor**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

a hallgató megérti a Turing-gépek és a rekurzíve felsorolható halmazok kapcsolatát. A hallgató megismerkedik egy algoritmussal, mely egy automatával felismerhető nyelvhez megkonstruálja a legkisebb azt felismerő automatát. Illetve a hallgató betekintést nyer az automaták és félcsoportok kapcsolatába.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a formális nyelvek és automaták területének módszereit, azok alkalmazhatóságot és korlátait. Összefüggéseiben ismeri a formális nyelvek és automaták elméleti eredményeit. Jártas a formális nyelvek és automaták absztrakt fogalmainak/objektumainak megalkotásában, értelmezésében.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az absztrakt fogalmakat elméleti és alkalmazott problémák megoldása során. Képes a formális nyelvek és automaták területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.

Attitűd:

Törekszik a modern formális nyelvek és automaták újabb eredményeinek megismerésére, azok széles körben történő hasznosítására. Nyitott és fogékony a formális nyelvek és automaták területén elsajátított gondolatmenetek új kutatási területeken való hasznosítására, új eredmények elérésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, kritikusan és reálisan ítéli meg a formális nyelvek és automaták területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Magas szintű ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes elméleti problémák megoldása során alkalmazandó módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Turing-gépek, rekurzív- es rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. A megállási probléma. RAM-gépek, ezek ekvivalenciája a Turing-gépekkel. Eldönthetetlen problémák, bonyolultságelméleti kitekintés. Chomsky-hierarchia, formális nyelvek, általános számítási modell. Automaták. Nyelv felismerhetősége automatával, reguláris nyelvek. Példák. A Chomsky-osztályok megkülönböztethetősége. Pumpálási lemma. Ekvivalens automaták, redukciós algoritmusok, adott nyelvet felismerő minimális automata. Nemdeterminisztikus automaták. Chomsky- és Greibach-normálforma. Gyakorlati alkalmazások. Univerzális algebrai bevezető. Algebrák, varietások, pszeudovarietások. Kongruenciák, hálók. Szabad algebra, a H, S, P, és S_p operátorok. Szubdirekt irreducibilis algebrák, jellemzés, példák. Birkhoff varietástétele, annak különböző változatai. Félcsoportok, monoidok, félcsoport- és monoidvarietások. Idempotens elemek, elem hatványai. Szintaktikus monoidok, Shützenberger tétele. Nyelvek varietása, Eilenberg-típusú tételek.

Turing-machine, recursive and recursively enumerable languages. Characterization of recursive languages. The halting problem. RAM-machines, equivalence with Turing-machines. Undecidable problems, introduction to complexity theory. Chomsky-hierarchy, formal languages, general computational model. Automata. Recognizing languages by automata, regular languages. Examples. Differentiating between Chomsky-classes. Pumping lemma. Equivalent automata, reducing algorithms, minimal automaton recignizing a given language. Nondeterministic automata. Chomsky- and Greibach normal form. Practical applications. Introduction to universal algebra. Algebras, varieties, pseudovarieties. Congruences, lattices. Free algebra, the operators H, S, P, and S_p. Subdirectly irreducible algebras, characterization, examples.

Birkhoff's theorem on varieties, different versions. Semigroups, monoids, varieties of semigroups and monoids. Idempotent elements, powers of an element. Sintactic monoids, Shützenberger's theorem. Variety of languages, Eilenberg-type theorems.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

P. Linz: An introduction to formal languages and automata

S. Burris, H. P. Sankappanavar: A course in universal algebra

Heti bontott tematika	
1. hét	Turing-gépek, rekurzív- es rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. TE: A hallgató megérti a Turing-gépek és a rekurzíve felsorolható halmazok kapcsolatát.
2. hét	A megállási probléma. RAM-gépek, ezek ekvivalenciája a Turing-gépekkel. Eldönthetetlen problémák, bonyolultságelméleti kitekintés. TE: A hallgató képessé válik arra, hogy egy probléma eldönthetetlenségét eldöntse.
3. hét	Chomsky-hierarchia, formális nyelvek, általános számítási modell. Automaták. Nyelv felismerhetősége automatával, reguláris nyelvek. Példák. TE: A hallgató megérti a Chomsky-hierarchiát.
4. hét	A Chomsky-osztályok megkülönböztethetősége. Pumpálási lemma. TE: A hallgató megérti a pumpálási lemmát, és képes lesz azt alkalmazni a Chomsky-hierarchia osztályainak mekülönböztetésére.
5. hét	Ekvivalens automaták, redukciós algoritmusok, adott nyelvet felismerő minimális automata. Nemdeterminisztikus automaták. TE: A hallgató megismerkedik egy algoritmussal, mely egy automatával felismerhető nyelvhez megkonstruálja a legkisebb azt felismerő automatát.
6. hét	**Chomsky- és Greibach-normálforma. Gyakorlati alkalmazások.** TE: A hallgató képessé válik Chomsky- és Greibach-normálformák meghatározására.
7. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató tudásszintjének felmérése.
8. hét	Univerzális algebrai bevezető. Algebrák, varietások, pszeudovarietások. TE: A hallgató megismerkedik az univerzális algebra alapjaival.
9. hét	Kongruenciák, hálók. Szabad algebra, a H, S, P, és S_p operátorok. TE: A hallgató megérti a szabad algebra és a H, S, P, és S_p operátorok fogalmát.
10. hét	Szubdirekt irreducibilis algebrák, jellemzés, példák. Birkhoff varietástétele, annak különböző változatai.

	TE: A hallgató elsajátítja algebrák felbontását szubdirekt szorzatra, és megérti Birkhoff varietástételét.	
11. hét	Félcsoportok, monoidok, félcsoport- és monoidvarietások. Idempotens elemek, elem hatványai. TE: Félcsoportelméleti bevezetés a szintaktikus monoidok fogalmának előkészítésére.	
12. hét	Szintaktikus monoidok, Shützenberger tétele. TE: A hallgató betekintést nyer az automaták és félcsoportok kapcsolatába.	
13. hét	Nyelvek varietása, Eilenberg-típusú tételek. TE: A hallgató megérti a nyelvek varietásának fogalmát és Eilenberg-tételét.	
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató tudásszintjének felmérése.	

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algoritmuselmélet**	Kódja:	**TTMME0602**
	angolul:	**Theory of algorithms**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Pongrácz András**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a Turing-gép fogalmát, elmélyítsék szemléletüket az NP-teljes problémakör kapcsán, részletes betekintést nyerjenek a matroidok elméletébe, továbbá elsajátítsák számos hatékony algoritmus használatát.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a Turing-gép fogalmát, típusait és a hozzá kapcsolódó összefüggéseket. Jártas az NP-teljes problémák témakörében és a matroidelméletben. Összefüggéseiben ismer módszereket programok futási idejének javítására, és hatékony algoritmusokat mátrixok összeszorzására.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az algoritmuselmélet absztrakt fogalmait elméleti és alkalmazott problémák megoldása során. Képes az elsajátított algoritmusok alkalmazására, többek között a polinomok és a mátrixok szorzása kapcsán.

Attitűd:

Törekszik az algoritmuselmélet fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá a legújabb eredmények megismerésére, és azok széles körben történő alkalmazására. Nyitott és fogékony az elsajátított tudásanyag gyakorlati alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg az algoritmuselmélet területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát. Tisztában van az algoritmikus gondolkodás fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák során alkalmazható módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Turing-gépek, rekurzív- és rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. Rövid kitekintés más számítási modellek felé. Többszalagos Turing-gépek. Tár és idő. Nemdeterminisztikus Turing-gépek. Polinomiális visszavezetés, NP-teljesség. Cook tétele SAT és 3-SAT NP-teljességéről. Különböző Boole-problémák NP-teljessége. Néhány klasszikus probléma NP-teljessége. Ladner tétele, köztes bonyolultsági osztályok. A gráfizomorfizmus-probléma. Lineáris visszavezethetőség. Mohó algoritmussal megoldható problémák, matroidok. Matroidelmélet. Rangfüggvény, körök. A matroidok jellemzése. Finomított bonyolultság. Polinomidőben megoldható problémák javthatósága. Példák. Karatsuba algoritmusa polinomok illetve tizedestört alakban megadott számok szorzására. Mátrixok szorzása, Strassen algoritmusa. Az algoritmus gyorsítása. Elvi alsó korlátok. Sok mátrix szorzata, mátrix hatványozása. Mátrixok különböző felbontásai, ezek alkalmazhatósága a szorzás gyorsabb elvégzésében. Mátrixok sajátértékeinek kiszámítása.

Turing-machine, recursive and recursively enumerable languages. Characterization of recursive languages. Other computational models. Turing machine with more tapes. Space and time. Nondeterministic Turing-machines. Polynomial reduction, NP-completeness. Cook's theorem on the NP-completeness of SAT and 3-SAT. NP-completeness of Boole-problems. Classical NP-complete problems. Ladner's theorem, intermediate complexity classes. Graph-isomorphism problem. Linear reduction. Greedy algorithm, matroids. Matroid theory. Rank function, cycles. Characterization of matroids. Refined complexity. Improving polynomial time algorithms. Examples. Karatsuba's algorithm multiplying polynomials and decimal numbers. Multiplying matrices, Strassen's algorithm. Improving the algorithm. Lower bounds. Multiplying many matrices, matrix powers. Matrix decompositions and their applications in matrix multiplication. Computing eigenvalues of matrices.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Vizsgaidőszaki kollokvium alapján.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

Lovász László: Algoritmusok bonyolultsága. 2014, Typotex.

Frank András: Matroidelmélet, egyetemi jegyzet, 2008.

Heti bontott tematika	
1. hét	Turing-gépek, rekurzív- és rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. Rövid kitekintés más számítási modellek felé. TE: A hallgató megérti a Turing-gép fogalmát.
2. hét	Többszalagos Turing-gépek. Tár és idő. TE: A hallgató megtanulja a legalapvetőbb, Turing-gépekkel kapcsolatos összefüggéseket.
3. hét	Nemdeterminisztikus Turing-gépek. Polinomiális visszavezetés, NP-teljesség. Cook tétele SAT és 3-SAT NP-teljességéről. Különböző Boole-problémák NP-teljessége. TE: A hallgató megérti az NP-teljesség fogalmát.
4. hét	Néhány klasszikus probléma NP-teljessége. TE: A hallgatónak elmélyül az NP-teljes problémákról alkotott szemlélete.
5. hét	Ladner tétele, köztes bonyolultsági osztályok. A gráfizomorfizmus-probléma. TE: A hallgató megismerkedik olyan problémákkal, melyek nem tartoznak sem a legegyszerűbbek, sem a legbonyolultabbak közé az NP-beli hierarchiában.
6. hét	Lineáris visszavezethetőség. Mohó algoritmussal megoldható problémák, matroidok. TE: A hallgató megérti a finomabb bonyolultsági osztályokat, és a matroidok segítségével ekvivalens jellemzést kap a mohó algoritmussal triviális módon megoldható problémákról.
7. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató tudásszintjének felmérése.
8. hét	Matroidelmélet. Rangfüggvény, körök. A matroidok jellemzése. TE: A hallgató a matroidok megértésén keresztül még pontosabb betekintést kap a moh algoritmussal megoldható problémák elméletébe.
9. hét	Finomított bonyolultság. Polinomidőben megoldható problémák javthatósága. Példák. TE: A hallgató általános és konkrét módszereket tanul programok futási idejének megjavítására.
10. hét	Karatsuba algoritmusa polinomok illetve tizedestört alakban megadott számok szorzására. TE: A hallgató elsajátítja Karatsuba algoritmusát.

11. hét	Mátrixok szorzása, Strassen algoritmusa. Az algoritmus gyorsítása. Elvi alsó korlátok. TE: A hallgató képessé válik arra, hogy gyorsan futó algoritmusokat programozzon, ami mátrixokat szoroz össze.
12. hét	Sok mátrix szorzata, mátrix hatványozása. TE: A hallgató további mátrixszorzással kapcsolatos algoritmusokat sajátít el.
13. hét	Mátrixok különböző felbontásai, ezek alkalmazhatósága a szorzás gyorsabb elvégzésében. Mátrixok sajátértékeinek kiszámítása. TE: A hallgató képessé válik mátrixoknak speciális mátrixok szorzatává alakítására, és a sajátértékek kiszámítására közelítő algoritmusok segítségével.
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató tudásszintjének felmérése.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algoritmusok és adatstruktúrák tervezése**	Kódja:	**TTMME0603**
	angolul:	**Algorithms and data structures**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Hajdu Lajos**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megtanulják a fontosabb számítógépes algoritmusokat, képessé váljanak azok használatára komplex programokban. Továbbá a hallgatók megtanulnak különböző adatstruktúrákat alkotni, beépíteni őket függvényekbe, metódusokba és azokon kereséseket, beillesztéseket és egyéb műveleteket végrehajtani.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a legfőbb algoritmuselméleti alapfogalmakat, a főbb rendezési típusokat, keresési típusokat. Összefüggéseiben ismeri a legfontosabb adatstruktúrákat és a rajtuk végezhető műveleteket. Ismeri a gráfbejárási algoritmusokat, és az útkereső algoritmusokat. Ismeri az algoritmusok és adatstruktúrák közötti mélyebb kapcsolatokat.

Képesség:

Képes az algoritmusok és adatstruktúrák területén megszerzett ismereteit elméleti és alkalmazott problémák megoldása során hasznosítani. Képes a tárgyhoz kapcsolódó rutin szakmai problémákat felismerni, valamint képes az adott feladathoz legalkalmasabb módszer kiválasztására.

Attitűd:

Igénye van az algoritmusokhoz és adatstruktúrákhoz kapcsolódó elméleti tudásának bővítésére, az azokhoz szorosan kapcsolódó kompetenciák fejlesztésére. Törekszik ismereteinek minél szélesebb körben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen megszerzett ismereteinek mértékét, azok alkalmazhatóságát és korlátait. A tárgyhoz tartozó elméleti problémákat megfelelő iránymutatás mellett önállóan oldja meg.

A kurzus tartalma, témakörei

Az algoritmus fogalma, típusai, csoportosításuk. Dinamikus programozás, mohó algoritmus, heurisztikus algoritmusok. Rendezési, keresési algoritmusok. Keresőfák és azok fő típusai, fabejárási algoritmusok. Hash-táblák,

Hash-függvények, szövegfeldolgozó algoritmusok. Ismertebb adatstruktúrák létrehozása és alkalmazásai.

Notion of algorithm, its types. Dynamic programming, greedy algorithm, heuristic algorithms. Sorting, searching algorithms. Search trees and their main types, algorithms for searching through trees. Hash-tables, Hash-functions, text processing algorithms. Designing well known data structures, applications.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás, projektoros vetítés

Értékelés

A félév végi kollokvium alapján

Kötelező olvasmány:

Aszalós László, Herendi Tamás – Algoritmusok (http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_algoritmusok/0046_algoritmusok.pdf)

Ivanyos Gábor, Szabó Réka, Rónyai Lajos: Algoritmusok, Typotex, 1999

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein: Új algoritmusok, Scolar Kiadó, Budapest, 2003.

Ajánlott szakirodalom:

Heti bontott tematika

1. hét	Az algoritmus fogalma, történeti áttekintés, algoritmuselméleti alapfogalmak (futási idő, sebesség, legrosszabb, átlagos és legjobb futási idők, memóriaigény). TE: A hallgatók megismerik a főbb algoritmuselméleti alapfogalmakat.
2. hét	Rendezési algoritmusok bemutatása és összehasonlítása: buborék-, beszúró-, összefésülő-, gyors-, kiválasztásos-, Shell sort. A futási idők és memóriaigény összehasonlítása. TE: A hallgatók megismerik a főbb rendezési típusokat és képesek lesznek az adott feladathoz kiválasztani a megfelelő rendezést.
3. hét	Különböző algoritmustípusok bemutatása: mohó algoritmus, dinamikus programozás, oszd meg és uralkodj elv. TE: A hallgatók megismerkednek az algoritmuselmélet néhány nagyobb algoritmustípusával és képessé válnak azok használatára.
4. hét	Verem, sor, illetve egyéb FIFO és LIFO típusú struktúrák bemutatása. Lineáris-, bináris és interpolációs keresések. Fibonacci-keresés. TE: A hallgatók megismerkednek néhány ismertebb keresési típussal és megtanulják a számítógépes struktúrák főbb osztályait.
5. hét	Gráfelméleti alapfogalmak, a gráfok mint adatstruktúrák. A gráfokkal végezhető alapvető műveletek (csúcsok, élek hozzáadása, törlése, gráfok összefésülése, stb.). Feszítőfák. Tömbök, láncolt listák, duplán és körkörösen láncolt listák és ezek gráfreprezentációja. TE: A hallgatók képessé válnak gráfként szemléltetni néhány ismertebb adatstruktúrát és elvégezni rajtuk alapvető műveleteket.
6. hét	Döntési fák, kapcsolatuk a minimális feszítőfákkal, illetve egyéb gráftípusokkal. TE: A hallgatók megismerkednek a döntési fák alapjaival, létrehozásuk néhány módszerével és kapcsolatukkal a különböző gráftípusokhoz.

7. hét	A fa adatstruktúra bemutatása. Fák bejárásának módjai (in-order, pre-order és post-order bejárások) és bemutatásuk bináris keresőfák felhasználásával. TE: A hallgatók megismerik a fa adatstruktúrák alapjait, illetve képessé válnak különböző bejárási módok önálló bemutatására. Képesek lesznek továbbá bináris keresőfákat készíteni és azokon műveleteket végrehajtani.
8. hét	A keresőfák főbb típusai 1: AVL fák, piros-fekete bináris keresőfák, önkiegyensúlyozó fák. Min-heap és max-heap algoritmusok keresőfák létrehozására. TE: A hallgatók megismerik a keresőfák főbb típusait és képesek lesznek különböző algoritmusokat tervezni azok létrehozására.
9. hét	A keresőfák főbb típusai 2: B-fák ((2,3) fa, (2,3,4) fa, B+ fa, stb.), többirányú fák ((a,b)-fa, háromirányú keresőfa, fúziós fa), prefix és suffix fák. TE: A hallgatók megismernek néhány újabb keresőfát, megtanulják a hozzájuk köthető főbb algoritmusokat.
10. hét	Fabejárási algoritmusok: rekurziós fabejárás, backtrack algoritmusok. TE: A hallgatók megismerkednek különböző gráfbejárási algoritmusokkal.
11. hét	Útkereső algoritmusok: A* algoritmus, heurisztikus algoritmusok. TE: A hallgatók megismerkednek elterjedt útkereső algoritmusokkal és képessé válnak azok használatára konkrét problémák esetén.
12. hét	Hash függvények, Hash táblák és Hash mapek. Szerepük a titkosításban, keresésben és adattárolásban. Hash-ütközés és feloldása. TE: A hallgatók megismerik és megértik a „Hash-elés” lényegi lépéseit és megismernek egy-egy egyszerűbb Hash függvényt.
13. hét	Monte Carlo típusú algoritmusok és jelentőségük a matematikában és számítástudományokban. A Monte Carlo fakeresés bemutatása (MCTS). TE: A hallgatók megtanulják a Monte Carlo szimulációk lényegi lépéseit és megismerkednek egyszerűbb MC típusú algoritmusokkal.
14. hét	Szövegfeldolgozó algoritmusok, szövegillesztések, legjobban illeszkedő szövegrészlet problémák. TE: A hallgatók képesek lesznek alkalmazni a string típusú változókra jellemző főbb műveleteket és megtanulják a szövegillesztéshez és szövegkereséshez kapcsolódó alapfogalmakat.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Mesterséges intelligencia**	Kódja:	**TTMME0604**
	angolul:	**Artificial Intelligence**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**0**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Hajdu Lajos**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a mesterséges intelligencia alapvető módszereit, reprezentációs technikáit és megoldást kereső algoritmusait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a mesterséges intelligencia legfontosabb módszereit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Jártas az állapottér-reprezentálható problémák értelmezésében, továbbá összefüggéseiben is ismeri a megoldást kereső és a lépésajánló algoritmusokat.

Képesség:

Képes a mesterséges intelligencia területén elsajátított módszerek alkalmazására. Magabiztosan alkalmazza a problémák megoldása során a tanult reprezentációs technikákat, illetve a különböző megoldáskereső algoritmusokat.

Attitűd:

Törekszik a mesterséges intelligencia területén alkalmazott legújabb módszerek megismerésére. Nyitott és fogékony a tárgy keretében szerzett ismereteinek új területeken való alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Tisztában van az algoritmikus gondolkodás fontosságával. Megszerzett tudásának birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat. Reálisan ítéli meg a mesterséges intelligencia területén megszerzett tudásának mértékét.

A kurzus tartalma, témakörei

A matematikai logika alapjai. A mesterséges intelligencia kutatási területei, módszerei. Problémák reprezentálása állapottéren, példák állapottér-reprezentációkra. Gráfreprezentáció. A megoldást kereső rendszerek felépítése, csoportosítása. Nem módosítható stratégiák. Backtrack algoritmus. Gráfkereső eljárások: szélességi, mélységi, optimális keresések. Heurisztikus gráfkeresők: a best-first és az A algoritmusok. Kétszemélyes játékok, ábrázolásuk játékfával. A nyerő stratégia létezése. A minimax eljárás, az alfa-béta vágás. Problémaredukciós feladatmegoldás, reprezentálása ÉS/VAGY gráffal. A megoldás keresése ÉS/VAGY gráfokban. Keresési stratégiák ÉS/VAGY gráfban: szélességi, mélységi, AO algoritmus.

Introduction to mathematical logic. Research questions and methods of artificial intelligence. Representing problems in state space, examples to state space representations. Graph representations. Types and structure of systems searching for a solution. Non-modifiable strategies. Backtrack algorithm. Graph algorithms: breadth-first search, depth-first search and optimal search. Heuristic graph search algorithms: best-first and A algorithms. Two-player games and their representation by a game-tree. Existence of a winning strategy. Minmax procedure, alpha-beta cut. Problem reduction, representation by AND/OR graph. Looking for a solution in AND/OR graphs. Searching strategies in AND/OR graphs: breadth-first, depth-first, AO algorithms.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás anyagának frontális munkával történő ismertetése.

Értékelés

Kollokvium.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Futó Iván (szerk.): Mesterséges intelligencia, Aula Kiadó, 1999.

S. J. Russell, P. Norvig: Mesterséges intelligencia modern megközelítésben, Panem-Prentice Hall, 2000.

Kósa Márk, Várterész Magda: A mesterséges intelligencia alapjai, Debreceni Egyetem, 2003.

Heti bontott tematika	
1. hét	A matematikai logika alapjai. TE: A hallgató megismeri az alapvető matematikai logikai fogalmakat.
2. hét	Problémák reprezentálása állapottéren, példák állapottér-reprezentációkra. TE: A hallgató megismeri, hogy miként lehet egy probléma állapotterét reprezentálni.
3. hét	A gráfreprezentáció. TE: A hallgató megismeri az állapottérgráf fogalmát és a hozzá kapcsolódó legfontosabb tételeket.
4. hét	A megoldást kereső rendszerek felépítése, csoportosítása. TE: A hallgató megismeri a megoldást kereső rendszerek felépítését, osztályozási és értékelési szempontjait.
5. hét	Nem módosítható megoldáskeresés. TE: A hallgató megismeri a nem módosítható megoldáskereső rendszereket, példaként a hegymászó módszert.
6. hét	Visszalépéssel megoldást kereső algoritmusok: a backtrack algoritmus és változatai. TE: A hallgató megismeri az alap visszalépéses megoldáskeresőt, továbbá ennek körfigyeléses és úthosszkorlátos változatait, illetve utóbbiak kapcsán az ág és korlát algoritmust.
7. hét	Keresőfával megoldást kereső algoritmusok: szélességi, mélységi, optimális keresések. TE: A hallgató megismeri a keresőfával kereső rendszereket, többek között a szélességi, mélységi és optimális keresőket.
8. hét	Heurisztikus keresőfával kereső algoritmusok: a best-first és az A algoritmus. TE: A hallgató megismeri a heurisztikus keresőfával kereső best-first és A algoritmusokat.
9. hét	Az A algoritmus változatai. TE: A hallgató megismeri az A* és a monoton A algoritmusokat.
10. hét	Kétszemélyes játékok, ábrázolásuk játékfával. TE: A hallgató megismeri a kétszemélyes játékok reprezentációját, a játékfa fogalmát.
11. hét	Játszma, stratégia, nyerő stratégia TE: A hallgató megismeri a játszma, stratégia és nyerő stratégia fogalmakat és a hozzájuk kapcsolódó legfontosabb tételeket.
12. hét	Lépésajánló algoritmusok: a minimax eljárás és az alfa-béta vágás.

	TE: A hallgató megismeri az alapvető lépésajánló algoritmusokat, a minimax eljárást és az annak hatékonyságát növelő alfa-béta vágást.
13. hét	Problémaredukciós feladatmegoldás, reprezentálása ÉS/VAGY gráffal. TE: A hallgató megismerkedik a problémaredukciós reprezentációval, az ahhoz tartozó ÉS/VAGY reprezentációs gráffal.
14. hét	Keresési stratégiák ÉS/VAGY gráfban: szélességi, mélységi, AO algoritmus. TE: A hallgató megismeri a problémaredukcióval reprezentált feladatok megoldáskeresési stratégiáit.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Pénzügyi alapok**	Kódja:	**TTMME0901**
	angolul:	**Introduction to finance**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**5**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Gáll József**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a pénzügyek alapjait, kitérve a jelenérték-számításon alapuló értékelési módszerekre és néhány egyéb alapvető eszközre, ilyenek például a pénzügyi mutatók, továbbá a pénzügyi, pénzpiaci alapeszközökre, alapvető értékpapírokra.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri és érti a pénz időértékének koncepcióját és a kapcsolódó elemi eseteket, elemi értékpapírok értékelési alapjait. Ismeri az egyszerű, pénzügyi beszámolóra támaszkodó pénzügyi mutatócsaládokat .

Képesség:

Azonosítja egyszerűbb pénzügyi projektek, beruházások, befektetések, kötvények és részvények kapcsolódó pénzáramlásait és elvégzi a jelenérték alapú értékelésüket. Különböző kamatozási konvencióban képes az értékelési feladatokat megoldani. Képes vállalkozások egyszerű pénzügyi elemzésére pénzügyi mutatók alapján.

Attitűd:

Nyitott a pénzügyi szakmai innovációkra és hitelesen képviseli a pénzügyi szakma alapvető etikai normáit, elveit.

Autonómia és felelősség:

Feladatvégzéskor a pénzügyi szakmai döntések során figyelembe veszi azok tágabb következményeit a vállalkozás tevékenységére.

A kurzus tartalma, témakörei

Pénzpiaci, pénzügyi alapfogalmak, a pénz időértéke, jelenérték-számítási módszerek, egyéb pénzügyi értékelési alapmutatók, pénzügyi és piaci adatokon alapuló pénzügyi mutatócsalások, kötvények és részvények és azok elemi értékelési módszerei, belső megtérülési ráta, elemi befektetési, beruházási kérdések.

Basic notions of finances and financial markets, time value of money, methods of calculating present value, other fundamental financial statements, financial statement frauds based on financial and market data, bonds and shares and basic methods of the pricing, internal rate of return, elementary questions on investment.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az előadáson gyakorlati példákon keresztül kerülnek bevezetésre az fogalmak, módszerek, a választott tankönyv és hozzá tartozó segédeszközök (fóliák, feladatok) segítségével. A gyakorlaton elsősorban a tankönyvi példák megoldásával, értelmezésével, kisebb esettanulmányok feldolgozásával sajátítják el a hallgatók az tanult módszerek alkalmazását.

Értékelés

A kurzus írásbeli vizsgával zárul, melyen elméleti alapfogalmak továbbá módszerek ismertetése mellett a hallgatók elemi számítási feladatokat oldanak meg jelenérték-számítás, egyéb elsajátított értékelési mutatók és elemzési módszerek és pénzügyi kérdések kapcsán, s értékelik az eredményeket.

Kötelező olvasmány:

BM (2005): Brealey-Myers: Modern vállalati pénzügyek, Panem, Budapest, 2005

Továbbá az előadáson tett kiegészítések (különösen matematikai alapfogalmak, geometriai sorok, folytonos kamatozás, kötvények témakörökben).

Ajánlott szakirodalom:

Heti bontott tematika	
1. hét	Pénzügyi alapfogalmak. TE: Érti az alapvető pénzügyi feladatokhoz tartozó célokat.
2. hét	Pénzpiaci alapok, a pénzügyi vezető (manager) feladatai, vállalati forrásbevonás. TE: Ismeri a pénzügyi vezető feladatait.
3. hét	Pénzáramlások, a pénz időértéke. TE: Érti a pénz időértékének, az alternatívaköltség fogalmának lényegét.
4. hét	Nettó jelenérték és alkalmazásai. TE: Ismeri és alkalmazza a jelenértékszámítás elemi projektek esetében.
5. hét	Annuitások, örökjáradékok, kamatozási konvenciók. TE: Felismeri és alkalmazza az annuitásra és örökjáradékra visszvezethető egyszerű pénzügyi értékelési problémákat.
6. hét	Kötvények, értékpapírpiacok. TE: Ismeri a kötvénypiacok működésének alapjait, a kötvények főbb jellemzőit.
7. hét	Kötvények értékelése.

	TE: Érti és alkalmazza a jelenértéken alapuló kötvényértékelési elemi módszereket.
8. hét	Részvények, értékpapírpiacok. TE: Érti a részvénypiacok működési alapjait, az árazási problémák lényegét.
9. hét	Részvények értékelése. TE: Alkalmazza az egyszerű jelenértékszámításon alapuló részvényértékelési, elvárt hozamszámítási módszereket.
10. hét	NPV versus egyéb pénzügyi módszerek. TE: Ismeri az NPV és egyéb egyszerű értékelési módszerek és mutatók korlátait, értelmezését.
11. hét	Belső megtérülési ráta, hozam. TE: Érti és számolja az IRR-t elemi projektek, értékpapírok esetén, ismeri az IRR használatának nehézségeit.
12. hét	Projektek analízise, beruházási döntések. TE: Alkalmazza a korábbi PV, NPV módszereket, egyéb mutatókat összetettebb projekértékelési, befektetési kérdésekben.
13. hét	Pénzügyi beszámolók és elemzésük pénzügyi mutatókkal. TE: Ismeri a pénzügyi mutatók 5 fő csoportját, az egyes mutatók értelmezését és a mutatókon alapuló elemzési lehetőségéket azok korlátaival együtt.
14. hét	További értékelési problémák, példák. TE: Ismeri és figyelembe veszi a tanult pénzügyi értékelési és elemzési módszerek esetén azok etikai vonatkozásait, alkalmazásának hatásait a vállalkozás tágabb környezetében.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Mikroökonómia**	Kódja:	**TTMME0902**
	angolul:	**Microeconomics**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE GTK Közgazdaságtan Intézet**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**5**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Kapás Judit**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja

A kurzus célja, hogy a hallgatók elsajátítsák a mikroökonómia alapvető fogalmait, modelljeit és használni tudják azokat, illetve képesek legyenek ezeket alkalmazni. A hallgatóknak a kurzus végére ismerniük kell a fogyasztói és a vállalati viselkedés elemzéséhez szükséges legfontosabb elméleteket, fogalmakat, illetve eszközöket, és ezek alapján képesnek kell lenniük különböző problémák elemzésére.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

T13: Mikroökönómiai alapismeretekkel rendelkezik.

A hallgatóknak a kurzus végére ismerniük kell a fogyasztói és a vállalati viselkedés elemzéséhez szükséges legfontosabb elméleteket, fogalmakat, illetve eszközöket, és ezek alapján képesnek kell lenniük különböző problémák elemzésére.

Képesség:

K4: Képes a matematika alkalmazási területein megszerzett ismereteit alkotó módon kombinálni és felhasználni az élő és élettelen természetben, a műszaki és informatikai világban, a gazdasági és pénzügyi életben felmerülő problémák megoldásában.

K5: Képes a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő bonyolult rendszerek áttekintésére, matematikai elemzésére és modellezésére, döntési folyamatok előkészítésére

A hallgató képes üzleti folyamatok megértésére, elemzésére, illetve az üzleti szakemberekkel együttműködve, a leghatékonyabb matematikai megoldások felhasználásával gazdasági problémák megoldási változatainak elkészítésére.

Attitűd:

A4: Törekszik az alkalmazott matematika modern alkalmazási lehetőségei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudománya eszközeivel megalapozott értékelésére.

A hallgató törekszik a folyamatos szakmai képzésre és általános önképzésre. Törekszik arra, hogy önképzése a szakmai céljai megvalósításának egyik eszközévé váljon.

Autonómia és felelősség:

F2: Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában, működik együtt akár más szakterületek képviselőivel.
F3: Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

A hallgató feladata végzésekor a szakmai szempontok érvényesítése mellett önálló véleménye van a gazdasági rendszerek társadalmi hatásaival, vonzataival kapcsolatosan.

A kurzus tartalma, témakörei

Mikroökonómiai alapelvek. A mikroökonómiai elemzés módszertana: modellezés, komparatív statika, optimalizálás, határelemzés. A mikroökonómia fő kérdései. A piac működése: kereslet-kínálati elemzés. A kormányzat piaci

beavatkozásai: árszabályozás, adózás. Fogyasztói döntéshozatal modellezése. Preferenciarendezés, hasznosságelmélet, preferenciatípusok. Költségvetési halmaz. Fogyasztói optimalizálás, egyéni kereslet. Keresletelmélet alkalmazásai, rugalmasságok. Termeléselmélet. A mikroökonómia vállalatfelfogása, a vállalat mint döntéshozó. Vállalkozó, tulajdonos, menedzser. Profitmaximalizálás mint fő cél. Időtávok. Termelési függvény rövid és hosszú távon. Tényezőkereslet, határtermék és a hozadékok. Kompetitív iparág: árelfogadó viselkedés rövid és hosszú távon. Társadalom jóléte: fogyasztói és termelői többlet. Monopolista viselkedés: tiszta monopólium profitmaximalizálása, jóléti hatások elemzése.

Fundamental principles of microeconomics. Methodology of microeconomical analysis: modelling, comparative statics, optimization, marginal analysis. Central problems of microeconomics. The mechanism of market: analysis of demand and supply. Interventions of government into the market: price control, taxation. Modelling of consumer decision. Preference ordering, utility theory, types of preference. Budget set. Optimization of consumption, individual demand. Applications of demand theory, elasticities. Production theory. The microeconomical concept of corporational perception, the corporation as decision maker. Entrepeneur, owner, manager. Profit maximization as main goal. Terms. Short and long term production function. Factor demand, marginal product and increment. Competitive industry: commodity prices over short and long term. Well-being of society: consumer and producer surplus. Monopolist behaviour: profit maximization of pure monopoly, analysis of effects on well-being.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

előadás és a hozzá tartozó szeminárium

Értékelés

A vizsga írásbeli. Az írásbeli vizsgán elért eredmény adja a kollokviumi jegyet az alábbiak szerint:

0 - 50% – elégtelen

50%+1 pont - 63% – elégséges

64% - 75% – közepes

76% - 86% – jó

87% - 100% – jeles

Kötelező olvasmány:

Jack Hirschleifer, Amihai Glazer, David Hirschleifer (2009): Mikroökonómia - Árelmélet és alkalmazásai - Döntések, piacok és információk. Osiris Kiadó, 2009

Berde, Éva (szerk.): Mikroökonómiai és piacelméleti példatár. TOKK, Budapest, 2009. (e-book formában az alábbi linken: https://bookandwalk.hu/Mikrookonomiai-es-piacelmeleti-feladatgyujtemeny-9915-ebook.aspx)

Ajánlott szakirodalom:

Varian, Hal R.: Mikroökonómia középfokon. KJK Kerszöv, Budapest, 2001. (vagy újabb kiadás)

Kopányi, M. (szerk.): Mikroökonómia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997.

Mankiw, G. N. (2011). A közgazdaságtan alapjai. Osiris, Budapest.

Bergstrom, Theodore C. – Varian, Hal R.: Mikroökonómiai gyakorlatok. Veszprémi Egyetemi Kiadó, 2002.

Heti bontott tematika	
1. hét	

	A mikroökonómia alapelvei, módszerei TE: Ismeri a mikroökonómia módszertanát.
2. hét	Elemzési eszközök: kereslet és kínálat, optimalizálás TE: Ismeri a piac modellezését, és az abban való exogén változások hatásait
3. hét	Hasznosság és preferenciák TE: Ismeri a preferenciarendezés axiómáit és tulajdonságait. A különböző ízléstípusokhoz tartozó függvényeket be tudja azonosítani.
4. hét	Fogyasztás és kereslet I. TE: Ismeri a költségvetési korlátot, és annak változásait. Meg tudja határozni adott költségvetési korlát mellett az optimális jószágkosarat.
5. hét	Fogyasztás és kereslet II. TE: Ismeri a jövedelem-fogyasztás görbét és az Engel görbét. Ismeri az ár-fogyasztás görbét és az egyéni keresleti görbét.
6. hét	A keresletelmélet néhány alkalmazása TE: Ismeri az árrugalmasságot, a jövedelemrugalmasságot, keresztrugalmasságot
7. hét	A termelési tényezők kereslete TE: Ismeri a munka optimális felhasználásának kritériumát
8. hét	Beszámolási hét TE:
9. hét	A vállalat I. TE: Ismeri a vállalat profitmaximalizálásának menetét.
10. hét	A vállalat II. TE: Ismeri a termelési költségfüggvényeket.
11. hét	A kompetitív piac egyensúlya TE: Ismeri az árelfogadó magatartás kritériumait, következményeit.
12. hét	Monopólium I. TE: Ismeri a monopólium profitmaximalizáló magatartását.
13. hét	Monopólium II. TE: Ismeri a monopólium által okozott jóléti hatásokat.
14. hét	Összefoglalás TE:

<table>
<tr><td rowspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="3">Makroökonómia</td><td rowspan="2">Kódja:</td><td rowspan="2">TTMME0903</td></tr>
<tr><td>angolul:</td><td colspan="3">Macroeconomics</td></tr>
<tr><td colspan="8">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="6">DE GTK Közgazdaságtan Intézet</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="4">Mikroökonómia</td><td>Kódja:</td><td>TTMME0902</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td colspan="2">Előadás</td><td colspan="2">Gyakorlat</td><td colspan="2">Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>0</td><td rowspan="2">Kollokvium</td><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tantárgyfelelős oktató</td><td colspan="2">neve:</td><td colspan="2">Dr. Czeglédi Pál</td><td>beosztása:</td><td>egyetemi docens</td></tr>
</table>

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek a makroökonómia alapvető kérdéseivel, tárgyával és a makroökonómiai kérdések megválaszolásához szükséges eszközrendszer alapjaival. A kurzus során a hallgatóknak képessé kell válniuk arra, hogy a zárt gazdaság elemzéséhez szükséges makroökonómiai modelleket használják különböző gazdasági folyamatok illetve gazdaságpolitikai akciók hatásainak elemzésében.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

T13: Makroökonómiai alapismeretekkel rendelkezik.

Képesség:

K5: Képes a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő bonyolult rendszerek áttekintésére, matematikai elemzésére és modellezésére, döntési folyamatok előkészítésére.

K6: Képes a problémák belső törvényszerűségeinek megértésére, feladatok megtervezésére és magas szintű végrehajtására

Attitűd:

A2: Törekszik az alkalmazott matematika eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

F5: Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

A makroökonómia kérdései. A maroökonómiai aggregátumok mérésének elvei: a gazdasági körforgás és a GDP, nominális és reál GDP, a GDP felhasználása, a GDP-deflátor és a fogyasztói árindex; a munkanélküliség mérése. A gazdaság hosszú távon: az árupiac és a kölcsönforrások piacának egyensúlya, a tényezőpiaci egyensúly és a jövedelemelosztás; a természetes munkanélküliség elméletei. A pénz jelentősége és az infláció: a pénz funkciói és a pénzkínálat; a pénz mennyiségi elmélete; a pénzkereslet; az infláció társadalmi költségei. A gazdaság rövid távú modelljei: a keynesi kereszt, az IS-LM modell, az aggregált kereslet és az aggregált kínálat modellje. A rövid és a hosszú távú következtetések viszonya: a várakozásokkal kiegészített Phillips-görbe, és a fogyasztási függvény Friedman- és Modigliani-féle elméletei.

Central problems in macroeconomics. Principles of measuring aggregates: economic cycle and the GDP, nominal and real GDP, applications of GDP, the GDP-deflator and the consumer price index, measuring unemployment. Economy in the long run: equilibrium of the goods market, equilibrium of the factor market and the distribution of income, theories of natural unemployment. Importance of money and inflation: the functions of money and the money supply, quantity theory of money, money demand, costs of inflation. Short run models of economy: the keynesian cross, the IS-LM model, models of aggregate supply and aggregate demand. Relation between short term and long term deductions: the expectations-augmented Philips curve and the Friedman and Modigliani-type theory of consumption functions.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Előadás, feladatmegoldás, hipotetikus gazdaságpolitikai és egyéb változások hatásának magyarázata a grafikus és matematikai formában felírt modellekben

Értékelés

A vizsga írásbeli. Az írásbeli vizsgán elért eredmény adja a kollokviumi jegyet az alábbiak szerint:
0 - 50% – elégtelen
50%+1 pont - 63% – elégséges
64% - 75% – közepes
76% - 86% – jó
87% - 100% – jeles

Kötelező olvasmány:

Mankiw, G. (1999): Makroökonómia. Osiris, Budapest.

Misz József – Palotai Dániel (2004): Makroökonómia feladatgyűjtemény. Panem, Budapest.

Ajánlott szakirodalom:

Pete Péter (1996): Bevezetés a monetáris makroökonómiába. Osiris, Budapest.

Kaufmann, R. T. (2002): Makroökonómiai munkafüzet és feladatgyűjtemény N. Gregory Mankiw Makroökonómia című tankönyvéhez. Osiris, Budapest.

Heti bontott tematika	
1. hét	Bevezetés: A makroökonómia fő kérdései és módszertana TE: A makroökonómiai jellegű problémák sajátosságai
2. hét	A makroökonómiai aggregátumok TE: A GDP és az infláció kiszámolásának alapelvei
3. hét	A gazdaság hosszú távon: az árupiac és a kölcsönforrások piacának egyensúlya TE: A reálkamatláb árupiac-tisztító szerepe
4. hét	A tényezőpiaci egyensúly és a jövedelemelosztás TE: Az Euler-tétel és feltételei
5. hét	A munkapiac és munkanélküliség TE: A természetes munkanélküliség okai
6. hét	A pénz funkciói a pénz mennyiségi elmélete TE: Az infláció és a pénzkínálat hosszú távú kapcsolata
7. hét	Pénzkereslet, pénzkínálat TE:A pénzkereslet és a nominális illetve reál GDP kapcsolata
8. hét	Az infláció, az infláció költségei, Fisher-hatás TE: A reál és a nominális kamatláb különbsége, a várt infláció szerepe.
9. hét	A keynesi kereszt TE: A kiadási és adómultiplikátor magyarázata
10. hét	Az IS-LM-modell TE: A pénz és az árupiaci folyamatok összefüggése
11. hét	Gazdaságpolitikai az IS-LM modellben TE: A modellen belül értelmezhető fiskális és monetáris akciók hatása az outputra és a kamatlábra
12. hét	Aggregált kereslet és aggregált kínálat

	TE: A ragadós árak szerepének megértése
13. hét	Phillips-görbe TE: Az infláció és a munkanélküliség rövid távú kapcsolata
14. hét	A fogyasztási függvény Friedman- és Modigliani-féle elméletei TE: A jelenbeli fogyasztás és a jövőben várható jövedelem kapcsolata

A tantárgy neve:	magyarul:	**Ökonometria**	Kódja:	**TTMME0904**
	angolul:	**Econometrics**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE GTK Közgazdaságtan Intézet**		
Kötelező előtanulmány neve:	Többváltozós statisztika	Kódja:	TTMME0403

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**1**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**4**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Balogh Tamás László**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek az ökonometria tárgyával, céljaival, alapvető eszköztárával. Az elméleti alapok tárgyalása mellett a hangsúlyt a gyakorlati esettanulmányok feldolgozására helyezzük, a különböző módszereket ezeken keresztül sajátítjuk el. Így a hallgatók a kurzus végére az elsajátított módszerek alkalmazási lehetőségeivel is tisztában lesznek. További cél, hogy felkeltsük a hallgatók érdeklődését az ökonometria további, jelen kurzusban nem tárgyalt fejezetei felé. Az ökonometriai modellezeést az R programcsomagban valósítjuk meg.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

ökonometriai ismeretekkel rendelkezik, tisztában van az ökonometria egyszerűbb modelljeivel és tárgykörével

T14: Ismeri a sztochasztikus jelenségek, folyamatok modellezésének eljárásait.

T15: Tisztában van a sztochasztikus és pénzügyi folyamatok, idősorok, a kockázati folyamatok, az életbiztosítás és a nem-életbiztosítás matematikai elméletével.

T16: Ismeri a pénzügyi folyamatok, biztosítási kérdések matematikai elemzéseit, modelljeit.

Képesség:

képes egyes makrogazdasági problémák matematikai-statisztikai eszközökkel történő elemzésére, ok-okozati összefüggések felállítására, előrejelzések készítésére

K7: Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.

K8: Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

K10: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

K11: Képes a matematikai szakterület problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.

Attitűd:

a hallgató törekszik a preciz elemzések kivitelezésére, és kritikus szemlélettel rendelkezik

A2: Törekszik az alkalmazott matematika eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.

A3: Törekszik arra, hogy megszerzett alkalmazott matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.

A4: Törekszik az alkalmazott matematika modern alkalmazási lehetőségei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudománya eszközeivel megalapozott értékelésére.

Autonómia és felelősség:

a hallgató szemléletébe beágyazásra kerül a valószínűségszámításon, statisztikai számításokon és matematikai modellezésen keresztüli önálló problémamegoldás igénye és az erre való képesség

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg az alkalmazott matematikai területén megszerzett tudásának mértékét.

F2: Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában, működik együtt akár más szakterületek képviselőivel.

F3: Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

F6: A matematika alkalmazása során a megszerzett ismeretei alapján kialakított véleményét felelősen képviseli.

A kurzus tartalma, témakörei

Az ökonometria tárgyköre, vizsgált területei. Bevezetés az R használatába. Egy- és többváltozós regressziós modellek: az OLS becslés, a modell illeszkedése, mutatószámok, hipotézisvizsgálatok. Az alapmodell feltételeinek feloldása: heteroszkedaszticitás, autokorreláció, multikollinearitás. Dummy és csonkított változók. Szimultán ökonometriai modellek. A változók mérési hibája. Paneladatok elemzése. Idősorelemzési alapfogalmak. Esettanulmányok.

Topics of econometrics, fields of interest. Introduction to the R. Single and mutlivariate regression models: the OLS estimate, goodness-of-fitting, indices, hypothesis testing. Autocorrelation, multicollinearity. Dummy and truncated variables. Simultaneous econometrics models. Error of variables. Analysis of panel data. Basic notions in time series analysis. Case studies.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A különböző modellek, fogalmak, módszerek esettanulmányokon keresztül történő elsajátítása. A hallgatók önálló és csoportos munkájára alapozott gyakorlatorientált oktatás.

Értékelés

1. Beadandó házi dolgozat és az abból készített prezentáció, melyet a csoport előtt elő kell adni: a végső jegy 50%-a
2. Szóbeli vizsga a félév végén: a jegy 50%-a

Kötelező olvasmány:

1. Ramanathan, R. (2003): Bevezetés az ökonometriába alkalmazásokkal. Panem, Budapest
2. Maddala, G.S. (2004): Bevezetés az ökonometriába. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest

Ajánlott szakirodalom:

1. Hunyadi L. – Vita L. (2005): Statisztika közgazdászoknak. KSH, Budapest
2. R-project.org honlapról letölthető segédletek az R programhoz

Heti bontott tematika	
1. hét	Az ökonometria tárgyköre, története. Az R program bemutatása és telepítésének ismeretetése TE: az ökonmetria kapcsolata a statisztikával és valószínűségszámítással
2. hét	Valószínűségszámítási és statisztikai ismétlés: nevezetes eloszlások, várható érték, szórás, eloszlás- és sűrűségfüggvények, intervallumbecslés, kovariancia, korreláció, hipotézisvizsgálati alapok; mátrixalgebrai ismétlés TE: a korábbi ismeretek tisztázása, új kontextusba helyezése
3. hét	Az egyváltozós regressziós alapmodell és gyakorlása R-ben TE: A modell értelmezése, együtthatók becslésének elsajátítása
4. hét	A többváltozós regressziós alapmodell és gyakorlása R-ben TE: A modell értelmezése, együtthatók becslésének elsajátítása
5. hét	A regresszió illeszkedésének tesztelése hipotézisvizsgálatokkal és mutatószámokkal TE: A regressziós modellek kritikus értékelése.
6. hét	A regresszió feltételeinek feloldása: heteroszkedaszticitás TE: A heteroszkedaszticitás jelenlétének igazolása vagy cáfolata, a probléma kezelése.
7. hét	Autokorreláció TE: Az autokorreláció jelenlétének igazolása vagy cáfolata, a probléma kezelése.
8. hét	Multikollinearitás

	TE: A multikollinearitás jelenlétének igazolása vagy cáfolata, a probléma kezelése.
9. hét	Dummy és csonkított változók használata, probit és logit modellek TE: A dummy változók szerepének tisztázása, szükségességük felismerése.
10. hét	Szimultán ökonometriai modellek TE: A szimultán modellek kezelése, becslési lehetőségei.
11. hét	A változók mérési hibája TE: Mérési hibák vagy kimaradó értékek kezelési lehetőségeinek megismerése.
12. hét	Paneladatok elemzése: alapok TE: Keresztmetszeti és idősoros regressziók kombinálási lehetőségeinek megismerése.
13. hét	Esettanulmányok feldolgozása TE: Az elsajátított modellek alkalmazásának gyakorlása.
14. hét	Hallgatói prezentációk TE: Előadói képesség fejlesztése.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Számvitel**	Kódja:	**TTMME0905**
	angolul:	**Financial Accounting**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE GTK Számviteli és Pénzügyi Intézet**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**2**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Kollokvium**	**5**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Fél-éves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Tóth Kornél**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy

bemutassa a hallgatóknak a számvitel elméleti és gyakolati megalapozását, alapelveit és alkalmazását a magyar és a nemzetközi szabályozási környezetben (2000. évi C. törvény a Számvitelről, International Financial Reporting Standards – IFRS) a gazálkodó egységek önállóságának hangsúlyozása és a választási lehetőségek ismertetése mellett.

Tanulás eredmények, kompetenciák: A kurzus betekintést ad a pénzügyi kimutatások egyes részeinek, elsősorban a pénzügyi helyzet kimutatása (mérleg) és az (átfogó) eredménykimutatás összeállításának folyamataiba a magyar (2000. évi C. törvény a Számvitelről) és a nemzetközi (International Financial Reporting Standards – IFRS) szabályozás rendszerében.

Tudás:

A hallgató megismeri gazdálkodó egységek vagyonváltozásainak kettős könyvvitelen alapuló elszámolását.

T16: Ismeri a pénzügyi folyamatok, biztosítási kérdések matematikai elemzéseit, modelljeit.

Képesség:

Képessé válik a hallgató alapvető számviteli és kettős könyvviteli feladatok megoldására, a pénzügyi kimutatások összefüggéseinek értelmezésére.

K7: Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.

K10: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

K11: Képes a matematikai szakterület problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.

Attitűd:

A számvitel szükségszerűségének tudatosítása, elfogadása.

A3: Törekszik arra, hogy megszerzett alkalmazott matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.

Autonómia és felelősség:

Felelősséggel dönt saját tudásának fejlesztéséről.

F2: Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában, működik együtt akár más szakterületek képviselőivel.

F6: A matematika alkalmazása során a megszerzett ismeretei alapján kialakított véleményét felelősen képviseli.

A kurzus tartalma, témakörei

A számvitel fogalma. A számviteli munka szakaszai. Számviteli rendszer, a számviteli törvény. Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (IFRS-ek). A pénzügyi kimutatások tartalma és prezentálása.

Notion of public accountancy. Steps in the accounting process. Accounting system, practice of public accountancy. International Financial Reporting Standards (IFRS). The content of financial statements and their presentation.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Elméleti és gyakorlati ismertek átadása illusztratív példákon keresztül.

Értékelés

A megszerzett ismeretek számonkérése írásbeli dolgozat formájában történik. A dolgozatok felépítése: az elméleti anyagra vonatkozó tesztek, igaz-hamis állítások és rövid kérdések (definíciók, képletek, összefüggések), valamint gyakorlati, számítási, kettős könyvelési feladatok, pénzügyi kimutatások egyes részeinek összeállítása.

Kötelező olvasmány:

Kozma András: Vázlatok a számvitel tanulásához 1. kötet, Keletlombard Kft., Debrecen, 2004

Kozma András: Vázlatok a számvitel tanulásához 2. kötet, Keletlombard Kft., Debrecen, 2001

Róth - Adorján - Lukács – Veit: Pénzügyi számvitel, Magyar Könyvvizsgálói Kamara Oktatási Központ Kft., Budapest, 2015

Lakatos László Péter – Kovács Dániel Máté – Madarasiné Szirmai Andrea – Mohl Gergely – Rózsa Ildikó: A Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok elmélete és gyakorlata, Magyar Könyvvizsgálói Kamara Oktatási Központ Kft., Budapest, 2013

Nemzetközi Számviteli Standardok (International Accounting Standards, IAS-ek), valamint a Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (International Financial Reporting Standards, IFRS-ek), www.ifrs.org

A Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (IFRS-ek) Koncepcionális Keretelvei, www.ifrs.org

Az előadásokon és a szemináriumokon kiadott anyagok, feladatok és a kar moodle oldalára feltöltött tananyagok

Ajánlott szakirodalom:

Sztanó Imre: A számvitel alapjai, Perfekt Gazdasági Tanácsadó, Oktató és Kiadó Részvénytársaság, Budapest, 2015

Heti bontott tematika	
1. hét	A számvitel fogalma. A vállalkozási tevékenység tartalma és főbb sajátosságai, a termelési folyamat és kapcsolata a számvitellel. A vállalkozó vagyona, fogalma, eszközök és források TE: Ismeri a számvitel fogalmát, célját és a vállalkozási tevékenység tartalmát.
2. hét	A mérleg és tartalma, a mérlegtételek értékelése. A gazdasági műveletek (események) és hatásuk a vagyonra. Az eredmény fogalma, csoportosítása. Az eredménykimutatás és tartalma, típusai TE: Ismeri az alapvető pénzügyi kimutatásokat, azok tartalmát.
3. hét	A vállalkozások számviteli információs rendszere, a könyvvezetés, a könyvviteli számla. Az egységes számlakereket, és a számlarend. A számviteli munka szakaszai. Számviteli bizonylatok, nyilvántartások. A kettős könyvvitel jellemzői (nyitás, zárás, főkönyvi kivonat) TE: Ismeri a könyvvezetés, a könyvviteli számla, az egységes számlakereket rendszerét.
4. hét	A számviteli munka szakaszai. Számviteli bizonylatok, nyilvántartások. A kettős könyvvitel jellemzői (nyitás, zárás, főkönyvi kivonat). Beszámolási és könyvvezetési kötelezettség, a számviteli szolgáltatás TE: Ismeri a számviteli munka szakaszait, és a számviteli bizonylatok, nyilvántartások fogal-

	mát.
5. hét	Számviteli rendszer, a számviteli törvény. Számviteli alapelvek, számviteli politika. Bekerülési érték. A mérlegtételek értékelése TE: Ismeri a számviteli törvényt, annak felépítését a számviteli alapelveket, számviteli politika célját és a bekerülési értéket.
6. hét	A számvitel nemzetközi szabályozása. Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (IFRS-ek) rendszere. Nemzetközi Pénzügyi Beszámolási Standardok (IFRS-ek) keretszabályai. TE: Ismeri az IFRS-ek rendszerét, keretszabályait.
7. hét	Az IFRS Alapítvány szervezeti keretei. A standardalkotás folyamata TE: Ismeri az IFRS szervezeti felépítését, a standardalkotást
8. hét	A pénzügyi kimutatások prezentálása. A pénzügyi kimutatások fő részei. Közzétételek. A magyar szabályozás és az IFRS-ek eltérései TE: Ismeri az IFRS szerinti pénzügyi kimutatások fő részeit.
9. hét	Immateriális javak TE: Ismeri az immateriális javak fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.
10. hét	Tárgyi eszközök TE: Ismeri a tárgyi eszközök fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.
11. hét	Pénzügyi eszközök TE: Ismeri a pénzügyi eszközök fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.
12. hét	Saját tőke TE: Ismeri a saját tőke fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.
13. hét	Céltartalékok TE: Ismeri a céltartalékok fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.
14. hét	Kötelezettségek TE: Ismeri a kötelezettségek fogalmát, fajtáit, értékelését és megjelenítését a pénzügyi kimutatásokban.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Bevezetés a modern algebrába**	Kódja:	**TTMMG0101**
	angolul:	**Introduction to modern algebra**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Horváth Gábor**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a modern algebra alapvető fogalmait, legfontosabb eredményeit, megértsék az azok közötti mélyebb kapcsolatokat, valamint a megszerzett ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazzák.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

ismeri Sylow tételeit, valamint a szemidirekt szorzat, a p-csoport, a feloldható csoport és a szabad csoport fogalmát, összefüggéseiben ismeri az ezek közötti kapcsolatokat és alkalmazhatóságukat. Jártas a bővítésekkel kapcsolatos problémák megoldásában, ismeri a kommutatív algebra alapjait.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az algebra absztrakt fogalmait alkalmazott problémák megoldása során. Képes az elsajátított matematikai módszerek alkalmazására. Képes a geometriai szerkeszthetőséggel és az egyenletek gyökjelekkel való megoldhatóságával kapcsolatos problémák megoldására.

Attitűd:

Törekszik a modern algebra fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, törekszik az újabb eredmények megismerésére, és azoknak a gyakorlatban történő alkalmazására. Nyitott és fogékony az elsajátított módszerek vezető kutatási területein való hasznosítására, új eredmények elérésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen és reálisan ítéli meg az algebra területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát, korlátait. Magas szintű ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák során alkalmazható módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Sylow tételei. Szemidirekt szorzat. A p-csoportok maximális részcsoportjai p-indexű normálosztók. Karakterisztikus részcsoportok, kommutátor. Feloldható csoportok és alaptulajdonságaik. Az alternáló csoportok egyszerűségéről szóló tétel. Szabad csoportok és definiáló relációk. Dyck-tétel. Számelmélet gyűrűkben: maximumfeltétel és az alaptételes gyűrűk jellemzése. Hányadostest. Artin- és Noether-gyűrűk, Hilbert bázistétele. Algebrák, a minimálpolinom tárgyalása algebrák felett. Frobenius-tétel. A felbontási test egyértelműsége, algebrai lezárt létezése. Normális bővítések, tökéletes test felett minden véges bővítés egyszerű. A Galois-elmélet főtétele. Az algebra alaptétele. Geometriai szerkeszthetőség. Egyenlet gyökjelekkel való megoldhatósága, a Casus Irreducibilis elkerülhetetlensége harmadfokú egyenletre.

Sylow's theorems. Semidirect product. Maximal subgroups of p-groups are normal of index p. Characteristic subgroup, commutator. Solvable groups and their basic properties. Alternating group is simple if acting on at least 5 points. Free groups, generators, relations, Dyck's theorem. Necessary and sufficient condition for a ring to be a unique factorization domain, ascending and descending chain conditions. Field of fractions. Artinian and Noetherian rings, Hilbert's basis theorem. Algebras, minimal polynomial over algebras, Frobenius's theorem. Splitting field, existence, uniquencess, algebraic closure existence, uniqueness. Normal extensions, extensions of perfect fields are simple. Galois theory. Fundamental theorem of algebra. Compass and ruler constructions. Theorem of Abel and Ruffini, Casus Irreducibilis is unavoidable for degree three polynomials.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok megoldásához szükséges elméleti anyag frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Bálintné Szendrei Mária - Czédli Gábor - Szendrei Ágnes: Absztrakt algebrai feladatok. 2005, Polygon.

Kiss Emil, Bevezetés az algebrába, Elméleti matematika sorozat. Budapest, 2007, Typotex.

Heti bontott tematika	
1. hét	Sylow tételei. Szemidirekt szorzat. TE: A hallgató elsajátítja Sylow tételeit ésa szemidirekt szorzat fogalmát.
2. hét	A p-csoportok maximális részcsoportjai p-indexű normálosztók. Karakterisztikus részcsoportok, kommutátor. A véges Abel-csoportok alaptétele. TE: A hallgató megismerkedik a p-csoportokkal, a kommutátor és a karakterisztikus részcsoport fogalmával.
3. hét	Az izomorfizmustételek és bizonyításuk. Feloldható csoportok és alaptulajdonságaik. Az alternáló csoportok egyszerűségéről szóló tétel. TE: A hallgató megismerkedik a feloldható csoportok fogalmával.
4. hét	Szabad csoportok és definiáló relációk. Dyck-tétel. TE: A hallgató megismerkedik a szabad csoport fogalmával és tulajdonságaival.
5. hét	Számelmélet gyűrűkben: maximumfeltétel és az alaptételes gyűrűk jellemzése. TE: A hallgató megérti a számelmélet alaptételét általánosan.
6. hét	Hányadostest. Artin-és Noether-gyűrűk, Hilbert bázistétele. TE: A hallgató elsajátítja a kommutatív algebra alapjait.
7. hét	Zárthelyi dolgozatra felkészülés. TE: A hallgató a kérdéseire választ kap, átfogó képet szerez a zárthelyi dolgozat anyagáról.
8. hét	Algebrák, a minimálpolinom tárgyalása algebrák felett. Frobenius-tétel. TE: A hallgató megismeri a minimálpolinom fogalmát általános helyzetben.
9. hét	A felbontási test egyértelműsége, algebrai lezárt létezése. TE: A hallgató megismerkedik a felbontási test és az algebrai lezárt fogalmával.
10. hét	Normális bővítések, tökéletes test felett minden véges bővítés egyszerű. TE: A hallgató megismerkedik a normális bővítésekkel.
11. hét	A Galois-elmélet főtétele. TE: A hallgató megérti a testbővítések és a bővítés relatív automorfizmuscsoportja közti kapcsolatot.
12. hét	Az algebra alaptétele. Geometriai szerkeszthetőség. TE: A hallgató elsajátítja a geometriai szerkeszthetőség szükséges és elegendő algebrai feltételét.

13. hét	Egyenlet gyökjelekkel való megoldhatósága, a Casus Irreducibilis elkerülhetetlensége harmadfokú egyenletre. TE: A hallgató megérti egy polinom gyökjelekkel való megoldhatóságának kapcsolatát a polinom felbontási teste Galois csoportjának feloldható voltával.
14. hét	Zárthelyi dolgozatra felkészülés. TE: A hallgató a kérdéseire választ kap, átfogó képet szerez a zárthelyi dolgozat anyagáról.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Gráfelmélet és alkalmazásai**	Kódja:	**TTMMG0104**
	angolul:	**Graph Theory and Applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a gráfelmélettel kapcsolatos alapvető fogalmakat, az ezekre vonatkozó alapvető eredményeket és módszereket, valamint megismerjék a tanultak gyakorlatban történő alkalmazásait.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben ismeri a gráfelmélettel kapcsolatos legfontosabb eredményeket, módszereket, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Alkotó módon ismeri a gráfok összefüggőségével, színezésével kapcsolatos eredményeket, jártas a függetlenség és lefogás témakörében. Ismeri a párosításelmélet és az extremális gráfelmélet legfontosabb eredményeit és hasznosíthatóságát.

Képesség:

Képes a gráfelmélet területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására. Magabiztosan és alkotó módon használja a megismert fogalmakat és tételeket gyakorlati problémák megoldása során.

Attitűd:

Igénye van a gráfelmélethez kapcsolódó módszerek, eljárások megismerésére. Törekszik a tanult eredmények közötti mélyebb kapcsolat összefüggések meglátására. Nyitott a megszerzett tudásának minél szélesebb körben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be gráfelméleti ismereteit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák megoldása során alkalmazandó módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Gráfok többszörös összefüggősége: Menger tételei, éldiszjunkt feszítőfák. Gráfok színezései: kromatikus szám, mohó csúcsszínezés, Brooks-tétel, Mycielski-konstrukció, perfekt gráfok, kromatikus polinom, kromatikus index, Vizing-tétel. Függetlenség és lefogás: Gallai tételei, Kőnig-tétel, Hall-tétel, teljes párosítások páros és tetszőleges gráfokban, javító utak módszere. Extremális gráfelmélet: Mantel-tétel, Turán-tétel. Barátságtétel, erősen reguláris gráfok. Síkbarajzolható gráfok, metszési szám. Irányított utak és körök irányított gráfokban, turnamentek.

Multiply connected graphs: Menger's theorems, edge-disjoint spanning trees. Graph colourings: chromatic number, greedy vertex colouring, Brooks' theorem, Mycielski construction, perfect graphs, chromatic polynomial, chromatic index, Vizing-theorem. Independence and covering: Gallai's theorems, Kőnig's theorem, Hall's theorem, perfect mathchings in bipartite and in arbitrary graphs, augmenting path method. Extremal graph theory: Mantel's theorem, Turán's theorem. Friendship theorem, strongly regular graphs. Planar graphs, crossing number. Directed paths and cycles in directed graphs, tournaments.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Hajnal Péter: Gráfelmélet, Polygon, 2003.

Katona Gyula Y., Recski András, Szabó Csaba: A számítástudomány alapjai, Typotex, 2006.

J. A. Bondy, U. S. R. Murty: Graph Theory, Springer, 2008.

Hajnal Péter: Elemi kombinatorikai feladatok, Polygon, 2005.

Friedl Katalin, Recski András, Simonyi Gábor: Gráfelméleti feladatok, Typotex, 2006.

Heti bontott tematika	
1. hét	Elemi gráfelméleti feladatok. TE: A hallgató néhány nevezetes gráf vizsgálatán keresztül átismétli a gráfokkal kapcsolatos korábbi ismereteit.
2. hét	Gráfok csúcs- és élösszefüggőségi száma. TE: A hallgató képessé válik gráfok többszörös összefüggőségének vizsgálatára, a csúcs- és él-összefüggőségi szám meghatározására.
3. hét	Kromatikus szám, mohó csúcsszínezés. TE: A hallgató képessé válik gráfok kromatikus számának vizsgálatára, megismeri a mohó színezés viselkedését.
4. hét	Mycielski-gráf, perfekt gráfok. TE: A hallgató elsajátítja a Mycielski-konstrukciót, megvizsgálja a Mycielski-gráf tulajdonságait, továbbá képessé válik egyszerűbb perfektségi vizsgálatra.
5. hét	Kromatikus polinom. TE: A hallgató képessé válik gráfok kromatikus polinomjának meghatározására.
6. hét	Kromatikus index. TE: A hallgató képessé válik gráfok kromatikus indexének meghatározására.
7. hét	1. zárthelyi dolgozat TE:
8. hét	Maximális elemszámú független csúcs- és élhalmazok, minimális elemszámú lefogó csúcs- és élhalmazok. TE: A hallgató képessé válik függetlenségi és lefogási vizsgálatokra gráfokban.
9. hét	Javító utak módszere, magyar módszer. TE: A hallgató képessé válik páros gráfokban maximális elemszámú párosítások algoritmikus meghatározására.
10. hét	Teljes párosítások. TE: A hallgató képessé válik teljes párosítások létezésének, valamint teljes párosítások számának vizsgálatára.
11. hét	Minimális elemszámú dominál csúcshalmazok. TE: A hallgató képessé válik dominálási vizsgálatokra gráfokban.
12. hét	Erősen reguláris gráfok. Metszési szám. TE: A hallgató képessé válik gráfok erős regularitásának megvizsgálására, valamint a metszési

	szám meghatározására.
13. hét	Topologikus sorrend irányított gráfokban. Turnamentek. TE: A hallgató képessé válik irányított körmentes gráfokban topologikus sorrend keresésére, valamint adott fokszámokkal rendelkező turnamentek létezésének vizsgálatára.
14. hét	2. zárthelyi dolgozat TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Véges testek és alkalmazásaik**	Kódja:	**TTMMG0105**
	angolul:	**Finite fields and their applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Bérczes Attila**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a véges testek témakörének alapvető fogalmait, legfontosabb eredményeit, továbbá megértsék az azok közötti kapcsolatokat, valamint a megszerzett ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazzák.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a véges testek struktúráját és automorfizmusait. Jártas a véges testekben való számolások terén, és a véges test feletti polinomok, továbbá a hibajavító kódok elméletében. Összefüggéseiben ismer módszereket polinomok faktorizációjára.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a végestestek testek absztrakt fogalmait gyakorlati jellegű problémák megoldása során. Képes az elsajátított algoritmusok alkalmazására polinomok faktorizációja során.

Attitűd:

Törekszik a véges testek problémaköréhez tartozó ismeretek közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá az aktuális eredmények megismerésére. Nyitott a megszerzett tudásanyag széleskörben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg a véges testek területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát a gyakorlatban. Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldásához szükséges módszerket.

A kurzus tartalma, témakörei

Véges testek struktúrája és automorfizmusai. Véges test feletti polinomok: körosztási és irreducibilis polinomok. Wedderburn tétele. Polinomok rendje, primitív polinomok. Polinomok felbontása véges testek felett. Berlekamp-algoritmus, Zassenhaus javítása. Véletlen algoritmusok polinom gyökeinek meghatározására véges testekben. A véges testek alkalmazásai a hibajavító kódok elméletében, a kombinatorikában és a kriptográfiában.

Structure and automorphisms of finite fields. Polynomials over finite fields: cyclotomic and irreducible polynomials. Wedderburn's theorem. Order of polynomials, primitive polynomials. Factorizations of polynomials over finite fields. Berlekamp's algorithm, Zassenhaus's extension. Random algorithms to find roots of a polynomial over finite fields. Applications of finite fields in the theory of error correcting codes, combinatorics, and cryptography.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

R. Lidl, H. Niederreiter: Introduction to finite fields and their applications, 1994, Cambridge University Press.

Kiss Emil: Bevezetés az algebrába, 2007, Typotex.

Bálintné Szendrei Mária, Czédli Gábor, Szendrei Ágnes: Absztrakt algebrai feladatok, Polygon, 2005.

Heti bontott tematika	
1. hét	Algebrai alapfogalmak, csoportok, gyűrűk, polinomok, test multiplikatív csoportjának véges részcsoportja ciklikus. Polinomgyűrűk. TE: A hallgató felidézi a csoportelmélet és polinomgyűrűk véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
2. hét	Véges nullosztómentes gyűrűk, karakterisztika, prímtest. Ideál, faktorgyűrű, euklideszi gyűrű. Főideálgyűrű faktora mikor test. TE: A hallgató felidézi a gyűrűelmélet véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
3. hét	Testbővítések, algebrai elem, minimálpolinom, tulajdonságai. TE: A hallgató felidézi a testelmélet véges testekhez kapcsolódó legfontosabb releváns fogalmait.
4. hét	Testbővítések konstrukciója faktorgyűrűként, felbontási test. Véges testek szerkezete: elemszám, multiplikatív csoport, konstrukció, résztestek. TE: A hallgató megismeri a véges testek szerkezetét, képessé válik véges testekben számolni.
5. hét	Véges testek bővítése, közbülső testek, F_q feletti n-edfokú irreducibilis polinom létezése és felbontási teste. Az x^(q^n)-x polinom felbontása F_q feletti irreducibilis polinomok szorzatára. Irreducibilis polinomok gyökei, F_q-t fixáló automorfizmusai F_(q^n)-nek. TE: A hallgató elmélyíti a képességét véges testekben való számolások terén.
6. hét	Egységgyökök, körosztási polinomok. TE: A hallgató képessé válik véges testekben egységgyökökkel és körosztási polinomokkal műveleteket végezni.
7. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.
8. hét	Polinomok rendje, x^n-1 és x^m-1 kitüntetett közös osztója. TE: A hallgató képessé válik polinomok rendjét kiszámolni.
9. hét	Primitív polinomok, ekvivalens jellemzéseik. TE: A hallgató képessé válik primitív polinomokkal számolni.
10. hét	Véges testek elemeinek reprezentációi, irreducibilis és primitív polinomok keresése. TE: A hallgató képessé válik véges testeket különböző módokon reprezentálni, primítív és irreducibilis polinomokat hatékonyan keresni.
11. hét	Polinomok többszörös irreducibilis tényezőinek a keresése. Polinomok faktorizációja, Berlekamp algoritmusa. TE: A hallgató képessé válik véges testek feletti polinomokat irreducibilis tényezőkre bontani.
12. hét	Zassenhaus javítása Berlekamp algoritmusának.

	TE: A hallgató elmélyíti képességét véges testek feletti polinomok irreducibilis tényezőkre bontása iránt.
13. hét	Polinom gyökeinek keresése prímtestben, valamint alacsony karakterisztikájú testben. Norma. TE: A hallgató képes lesz véges testek feletti polinomok gyökeinek hatékony meghatározására.
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: A hallgató teljesítménye felmérésre kerül.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Matematikai algoritmusok**	Kódja:	**TTMMG0106**
	angolul:	**Algorithms in mathematics**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:				**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**							
Kötelező előtanulmány neve:				Gráfelmélet és alkalmazásai						Kódja:	TTMME0104
Típus		Heti óraszámok						Követelmény		Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor					
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**		**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves					
Tantárgyfelelős oktató				neve:		**Dr. Bérczes Attila**				beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

a hallgatók az alkalmazott matematikában fontos szerepet játszó algoritmusokkal ismerkedjenek meg, és elsajátítsák az ezek hátterében meghúzódó gondolkodásmódot.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematikai algoritmusok területének módszereit, azok alkalmazhatóságát és korlátait. Ismeri a matematikai algoritmusok különböző diszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb összefüggéseket. Birtokában van a matematikai algoritmusok alkalmazott modelljeinek megalkotásához és szimulálásához szükséges számítástechnikai ismereteknek.

Képesség:

Képes a gyakorlati életben megfigyelhető jelenségek matematikai algoritmusok segítségével történő absztrakt szintű megragadására. Képes a gyakorlatban működő bonyolult rendszerek áttekintésére, matematikai igényű

elemzésére és modellezésére, döntési folyamatok előkészítésére. Képes az informatika eszközeinek alkalmazásával a műszaki illetve gazdasági életben felmerülő számítási problémák megoldására.

Attitűd:

Törekszik arra, hogy matematikai algoritmusok segítségével megkülönböztesse szakterületének tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat. Nyitott és fogékony a matematikai algoritmusok területén elsajátított módszerek új kutatási területeken való alkalmazására, új eredmények elérésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, kritikusan és reálisan ítéli meg a matematikai algoritmusok területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Tisztában van a matematikai gondolkodás és precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembevételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Gráfok ábrázolási módjai, szélességi és mélységi keresés, minimális feszítőfák keresése: Kruskal és Prim algoritmus. A Bellman-Ford algoritmus. A Dijkstra algoritmus. A legrövidebb utak szerkezete: a Floyd-Warshall algoritmus. Irányított gráfok tranzitív lezártja, Johnson ritka gráfokon hatékony algoritmusa. Polinomok megadása: a diszkrét Fourier-transzformált és a gyors Fourier-transzformáció algoritmusa. Számelméleti algoritmusok: Euklideszi algoritmus, műveletek maradékosztályokkal, kínai maradék tétel. Gyorshatványozás. Prímtesztelés és prímfaktorizáció. Valószínűségi prímtesztek, Agrawal–Kayal–Saxena prímteszt. Pollard féle rho-faktorizáció.

Representing graphs, breadth-first search and depth-first search, finding minimal spanning trees: Kruskal's, Prim's and Boruvka's algorithms. The Bellman-Ford-algorithm. Dijkstra's algorihtm. Structure of shortest paths: Floyd-Warshall-algorithm. Transitive closure of directed graphs, Johnson's algorithm on sparse graphs. Representing polynomials: discrete and fast Fourier-transformation. Number theoretical algorithms: Euclidean algorithm, operations with residue classes, Chinese remainder theorem. Computing powers. Prime tests, factorizing integers. Random prime tests, Agrawal–Kayal–Saxena prime test. Pollard's rho-algorithm.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati és programozási feladatok megoldásához szükséges elméleti anyag frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati és programozási feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein: ÚJ ALGORITMUSOK, Scolar Kiadó Budapest, 2003.

Ajánlott szakirodalom:

Gács P., Lovász L.: Algoritmusok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

Rónyai L., Ivanyos G., Szabó R.: Algoritmusok, Typotex, Budapest, 1998.

Herbert S. Wilf: Algorithms and Complexity, electronic edition, 1994.

Heti bontott tematika	
1. hét	Gráfok ábrázolása számítógépes programcsomagban, a szélességi keresés programozása. TE: A hallgató képes lesz gráfok számítógépes ábrázolására és leprogramozni a szélességi keresés algoritmusát.
2. hét	Program készítése mélységi keresés végrehajtására. TE: A hallgató képes lesz a mélységi keresést leprogramozni.
3. hét	A Kruskal algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Kruskal algoritmust leprogramozni
4. hét	A Prim algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Prim algoritmust leprogramozni
5. hét	A Bellmann-Ford algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Bellmann-Ford algoritmust leprogramozni
6. hét	A Dijkstra algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Dijkstra algoritmust leprogramozni
7. hét	A Floyd-Warshall algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Floyd-Warshall algoritmust leprogramozni
8. hét	A Johnson algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Johnson algoritmust leprogramozni
9. hét	Rendező hálózatok leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a rendező hálózatokat leprogramozni
10. hét	A gyors Fourier-transzformáció algoritmus leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a gyors Fourier-transzformáció algoritmust leprogramozni
11. hét	Az Euklideszi algoritmus és a gyorshatványozás leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz az Euklideszi algoritmust és a gyorshatványozást leprogramozni
12. hét	A Miller-Rabin teszt leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz a Miller-Rabin tesztet leprogramozni
13. hét	A Pollard féle rho-faktorizáció leprogramozása.

	TE: A hallgató képes lesz a Pollard féle rho-faktorizációt leprogramozni
14. hét	Az Agrawal–Kayal–Saxena-prímteszt leprogramozása. TE: A hallgató képes lesz az Agrawal–Kayal–Saxena prímtesztet leprogramozni

A tantárgy neve:	magyarul:	**Diszkrét optimalizálás**	Kódja:	**TTMMG0107**
	angolul:	**Discrete Optimization**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a diszkrét optimalizálás elméletének alapjait, a témakör klasszikus problémáinak általános megoldó és közelítő módszereit, valamint a megszerzett ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazzák.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a diszkrét optimalizálási problémák általános megoldó és közelítő módszereit. Összefüggéseiben is ismeri azokat az algoritmusokat, amelyek a témakör klasszikus problémáinak megoldásához szükségesek. Jártas a diszkrét optimalizálási problémák egészértékű lineáris programozási feladatként való kezelésében.

Képesség:

Magabiztosan alkalmazza a diszkrét optimalizálási problémák általános megoldó és közelítő módszereit a gyakorlatban. A problémamegoldás során képes az elsajátított gráfelméleti algoritmusok alkalmazására.

Attitűd:

Törekszik arra, hogy további diszkrét optimalizálással kapcsolatos problémákat ismerjen meg a hozzájuk kapcsolódó legújabb megoldási módszerekkel együtt. Nyitott és fogékony a tárgy keretében szerzett ismereteinek új kutatási területeken történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Megszerzett tudásának birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazható módszereket. Tisztában van az algoritmikus gondolkodás fontosságával, továbbá reálisan ítéli meg a tárgy kapcsán megszerzett tudásának mértékét, illetve alkalmazhatóságát gyakorlati jellegű problémák esetén.

A kurzus tartalma, témakörei

Diszkrét optimalizálási problémák elméleti háttere. Teljesen unimoduláris mátrixok, egészértékű lineáris programozás, Hoffman-Kruskal-tétel. Hozzárendelési probléma, kvadratikus hozzárendelési probléma, halmazlefedési probléma, kínai postás probléma, utazó ügynök probléma, Steiner-fa probléma, ládapakolási probléma. Maximális folyam−minimális vágás probléma, Ford-Fulkerson-tétel, Edmonds-Karp-tétel. Mohó algoritmus leszálló halmazrendszerekre, matroidok.

Theoretical background of discrete optimization problems. Totally unimodular matrices, integer linear programming, Hoffman-Kruskal theorem. Assignment problem, quadratic assignment problem, set covering problem, Chinese postman problem, travelling salesman problem, Steiner-tree problem, bin packing problem. Max flow−min cut problem, Ford-Fulkerson theorem, Edmonds-Karp theorem. Greedy algorithm for downward closed family of sets, matroids.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Imreh Balázs, Imreh Csanád: Kombinatorikus optimalizálás, Novadat, 2005.

Bernhard Korte, Jens Vygen: Combinatorial Optimization, Springer-Verlag, 2006.

Dieter Jungnickel: Graphs, Networks and Algorithms, Springer-Verlag, 2008.

Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms, Springer-Verlag, 2001.

Heti bontott tematika	
1. hét	Alapvető gráfelméleti algoritmusok. TE: A hallgató megismeri/feleleveníti a félév során szükséges alapvető gráfelméleti algoritmusokat Euler-vonal, legrövidebb utak, minimális feszítőfa keresésére.
2. hét	PERT-módszer, kritikus utak. TE: A hallgató képessé válik a PERT-módszer segítségével meghatározni kritikus utakat és kritikus részfeladatokat.
3. hét	Teljesen unimoduláris mátrixok. TE: A hallgató képessé válik teljesen unimoduláris mátrixok vizsgálatára.
4. hét	Lineáris programozás. Rendezési tétel. TE: A hallgató megismeri/feleleveníti lineáris programozási feladatokkal kapcsolatos vizsgálatok alapjait, továbbá a rendezési tételt és alkalmazásait.
5. hét	Hozzárendelési probléma. TE: A hallgató képessé válik a hozzárendelési probléma megoldására a magyar módszer segítségével.
6. hét	Halmazlefedési probléma. TE: A hallgató képessé válik a halmazlefedési probléma közelítő megoldására a Chvátal-módszer segítségével.
7. hét	1. zárthelyi dolgozat TE:
8. hét	Kínai postás probléma. TE: A hallgató képessé válik a kínai postás probléma megoldására.
9. hét	Utazó ügynök probléma. TE: A hallgató képessé válik az utazó ügynök probléma metrikus változatának közelítő megoldására, többek között a Christofides-módszerrel.
10. hét	Steiner-fa probléma. Ládapakolási probléma. TE: A hallgató képessé válik a Steiner-fa probléma közelítő megoldására, továbbá a ládapakolási probléma közelítő megoldására az NF, FF és FFD módszerekkel.
11. hét	Hálózatok és folyamok. TE: A hallgató képessé válik a hálózatok és folyamok témaköréhez tartozó alapvető feladatok megoldására.
12. hét	Maximális folyam−minimális vágás probléma, Ford-Fulkerson-módszer. TE: A hallgató képessé válik a maximális folyam−minimális vágás probléma megoldására a Ford-Fulkerson-módszer segítségével.

13. hét	Többtermelős, többfogyasztós hálózatok, hálózatok csúcskapacitással. TE: A hallgató képessé válik többtermelős, többfogyasztós, illetve csúcskapacitással rendelkező hálózatokban a maximális folyam probléma megoldására.
14. hét	2. zárthelyi dolgozat TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Kombinatorika és alkalmazásai**	Kódja:	**TTMMG0108**
	angolul:	**Combinatorics and Applications**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	–

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Nyul Gábor**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a formális hatványsorok elméletét, illetve az olyan alapvető jelentőséggel bíró leszámláló kombinatorikai fogalmakat, mint a Stirling-, Bell-, Lah-, Fubini-, Euler- és Catalan-számok. További cél, hogy jártasságot szerezzenek halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdésekben, továbbá a blokkrendszerek elméletében és alkalmazásában.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a formális hatványsorok elméletét, továbbá a generátorfüggvények módszerének alkalmazását például lineáris rekurzív sorozatok megoldására. Összefüggéseiben is ismeri a leszámláló kombinatorikában alapvető jelentőséggel bíró Stirling- és Bell-számokat, illetve ezek különböző variánsait. Jártas a halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdésekben, továbbá a blokkrendszerek elméletében és alkalmazásában.

Képesség:

Az elsajátított tudás birtokában képes műveletek elvégzésére formális hatványsorokkal, továbbá rekurzív sorozatok megoldására. Magabiztosan alkalmazza a leszámláló kombinatorika klasszikus módszereit, a matematika különböző ágaiból tanultakat extremális halmazrendszerekkel és blokkrendszerekkel kapcsolatos problémák megoldása során.

Attitűd:

Törekszik a leszámláló kombinatorika és halmazrendszerek problémaköréhez tartozó ismeretek közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá a legújabb eredmények megismerésére. Nyitott a megszerzett tudásanyag széleskörben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg a kombinatorika területén megszerzett tudásának mértékét, az elsajátított módszerek alkalmazhatóságát a gyakorlatban. Tisztában van a kombinatorikus gondolkodásmód fontosságával. Magas szintű tudása birtokában önállóan választja meg az egyes problémák során alkalmazható módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Formális hatványsorok, sorozatok generátorfüggvénye és exponenciális generátorfüggvénye. Permutációkkal és osztályozásokkal kapcsolatos leszámlálási problémák (Stirling-számok, Bell-számok és változataik, Euler-számok, szubfaktoriálisok). Catalan-számok. Halmazrendszerekkel kapcsolatos extremális kérdések, Sperner-rendszerek, metsző rendszerek. Blokkrendszerek, Steiner-rendszerek, szimmetrikus és feloldható blokkrendszerek. Véges projektív és véges affin síkok, ortogonális latin négyzetek, Hadamard-mátrixok.

Formal power series, generating functions and exponential generating functions of sequences. Enumeration problems connected to permutations and partitions (Stirling numbers, Bell numbers and variations, Eulerian numbers, subfactorials). Catalan numbers. Extremal set theory, Sperner systems, intersecting systems. Block designs, Steiner systems, symmetric and resolvable block designs. Finite projective and affine planes, orthogonal latin squares, Hadamard matrices.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

–

Ajánlott szakirodalom:

Hajnal Péter: Összeszámlálási problémák, Polygon, 1997.

Hajnal Péter: Halmazrendszerek, Polygon, 2002.

Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, Oren Patashnik: Konkrét matematika, Műszaki Könyvkiadó, 1998.

Martin Aigner: A Course in Enumeration, Springer-Verlag, 2007.

Stasys Jukna: Extremal Combinatorics, Springer-Verlag, 2011.

Douglas R. Stinson: Combinatorial Designs, Springer-Verlag, 2004.

Heti bontott tematika	
1. hét	Rekurzív sorozatok és teljes indukció. TE: A hallgató képessé válik egyszerűbb rekurzív sorozatok teljes indukció segítségével történő vizsgálatára.
2. hét	Lineáris rekurzív sorozatok. TE: A hallgató képessé válik lineáris rekurzív sorozatok zárt alakjának meghatározására, valamint zárt alakból lineáris rekurzió felállítására.
3. hét	Műveletek formális hatványsorokkal. TE: A hallgató képessé válik formális hatványsorok szorzására, osztására, gyökvonásra.
4. hét	Mértani és binomiális sor. TE: A hallgató képessé válik a mértani és a binomiális sor alkalmazására formális hatványsorok körében.
5. hét	Rekurzív sorozatok generátorfüggvénye. TE: A hallgató képessé válik rekurzív sorozatok megoldására a generátorfüggvény segítségével.
6. hét	Rekurzív sorozatok exponenciális generátorfüggvénye. TE: A hallgató képessé válik rekurzív sorozatok megoldására az exponenciális generátorfüggvény segítségével.
7. hét	1. zárthelyi dolgozat. TE:
8. hét	Leszámláló kombinatorikai számok. TE: A hallgató képessé válik a megismert nevezetes leszámláló kombinatorikai számok definíció és rekurzió alapján történő meghatározására.
9. hét	Leszámláló kombinatorikai számok. TE: A hallgató képessé válik a megismert nevezetes leszámláló kombinatorikai számok definíció és rekurzió alapján történő meghatározására.
10. hét	Blokkrendszerek, Steiner-rendszerek, Steiner-kvázicsoportok.

	TE: A hallgató képessé válik blokkrendszerek létezésének vizsgálatára az oszthatósági feltételek és Fisher-egyenlőtlenség segítségével, továbbá Steiner-rendszerek konstrukciójára.
11. hét	Szimmetrikus blokkrendszerek. TE: A hallgató képessé válik blokkrendszerek létezésének vizsgálatára a Bruck-Ryser-Chowla-tétel alkalmazásával.
12. hét	Véges projektív és véges affin síkok. TE: A hallgató képessé válik véges projektív és véges affin síkok konstrukciójára.
13. hét	Latin négyzetek, ortogonális latin négyzetek, Hadamard-mátrixok. TE: A hallgató képessé válik ortogonális latin négyzetek és Hadamard-mátrixok, azokból blokkrendszerek konstrukciójára.
14. hét	2. zárthelyi dolgozat. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Kriptográfia és adatbiztonság**	Kódja:	**TTMMG0110**
	angolul:	**Cryptography and data security**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Véges testek és alkalmazásaik	Kódja:	TTMME0105

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**3**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Tengely Szabolcs**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

Megismerjék a klasszikus és modern titkosítási rendszerekkel kapcsolatos legfontosabb követelményeket, a kapcsolódó matematikai eszközöket és azok szerepét.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben és rendszerszinten ismeri a szimmetrikus és a nyilvános kulcsú kriptorendszerek legfontosabb példáit, azok biztonságát alátámasztó matematikai problémákat és a kapcsolódó matematikai eszközöket. Tisztában van a szimmetrikus és nyilvános kulcsú titkosítók felépítésének alapvető szempontjaival.

Képesség:

Képes matematika területén megszerzett ismereteit alkotó módon felhasználni szimmetrikus és nyilvános kulcsú kriptorendszerek tanulmányozása és felépítése során. Képes értő módon összekapcsolni ezeket a megvalósítás során fellépő igényekkel.

Attitűd:

Törekszik matematikai ismereteit a kriptográfia és adatbiztonság aktív tudományterületén hasznosítani, ennek lehetőségeit minél szélesebb körben megismerni. Nyitott és fogékony alkalmazott matematikai tudásának gyarapítására, különös tekintettel kriptorendszerek biztonságában központi szerepet játszó klasszikus és modern problémák mélyebb megismerésére.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli és határolja be az egyes szimmetrikus és nyilvános kulcsú kriptorendszerek alkalmazhatóságát és annak korlátait a megfogalmazott célok és biztonsági követelmények függvényében. Magas szintű tudását képes és önállóan alkalmazza a mindennapos digitális kommunikáció során felmerülő kriptográfiai problémák kezelésére, megoldására.

A kurzus tartalma, témakörei

Klasszikus titkosítási rendszerek. Az Enigma. Szimmetrikus rendszerek, nyilvános kulcsú rendszerek. Titokmegosztás módszerei. Pseudo-véletlen számok generálása.

Classical cryptographic systems.. Enigma. Symmetric systems, public-key cryptography. Methods for secret sharing. Generating pseudorandom numbers.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati és programozási feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati és programozási feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Nigel Smart: Cryptography: An Introduction

Heti bontott tematika	
1. hét	Klasszikus/történelmi titkosítási rendszerek bemutatása SageMath segítségével. TE: A hallgató képessé válik eljárás készítésére SageMath segítségével klasszikus titkosítási rendszerekhez.
2. hét	A konvencionális titkosítók analízise a SageMath felhasználásával. TE: A hallgató képessé válik a klasszikus rendszerek elemzésére SageMath-ban.
3. hét	Blokk- és folyamtitkosítók implementálása. TE: A hallgató képessé válik blokk- és folyamtitkosítók kezelésére SageMath-ban.
4. hét	Szimmetrikus (titkos) kulcsú rendszerek SageMath segítségével. TE: A hallgató képessé válik szimmetrikus kulcsú rendszerek készítésére SageMath-ban.
5. hét	Hash függvények használata, tervezése SageMath-ban. TE: A hallgató képessé válik hash függvények implementálására SageMath-ban.
6. hét	Nyilvános kulcsú titkosítás. RSA, ElGamal, implementálás. TE: A hallgató képessé válik az RSA és ElGamal rendszerek használatára SageMath-ban.
7. hét	Támadási módszerek az RSA ellen, néhány faktorizációs eljárás tárgyalása. TE: A hallgató képessé válik az RSA titkosítás elemzésére SageMath-ban.
8. hét	Nyilvános kulcsú titkosítás. Rabin, Paillier a SageMath-ban. TE: A hallgató képessé válik a Rabin és Paillier rendszerek kezelésére SageMath-ban.
9. hét	Kulcsegyeztetés, Diffie–Hellman, elektronikus aláírás, implementáció. TE: A hallgató képessé válik Diffie-Hellman rendszerek kezelésére SageMath-ban.
10. hét	Elliptikus görbéken alapuló titkosítási rendszerek bemutatása, implementálása. TE: A hallgató képessé válik elliptikus görbéken alapuló titkosítási rendszerek kezelésére SageMath-ban.
11. hét	Titokmegosztó rendszerek bemutatása, implementációja. TE: A hallgató képessé válik titokmegosztó rendszerek implemetálására SageMath-ban.
12. hét	Pszeudo-véletlen számok generálása a SageMath segítségével. TE: A hallgató képessé válik pszeudo-véletlen számok generálására SageMath-ban.
13. hét	Néhány titkosítási rendszer, amelyhez találtak hatékony törési eljárást, implementációk SageMath-ban. TE: A hallgató képessé válik a Merkle-Hellman és Ariffin-Abu rendszerek elemzésére SageMath-ban.
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algebrai kódelmélet**	Kódja:	**TTMMG0111**
	angolul:	**Algebraic coding theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	Véges testek és alkalmazásaik	Kódja:	TTMME0105

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Pink István**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az algebrai kódelmélet alapfogalmait, a legfontosabb lineáris, blokk és ciklikus kódokat, ezek tulajdonságait és alkalmazásait, valamint hogy jártasságot szerezzenek a kódolásban és dekódolásban.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a hibajavító kódolás alapjait, összefüggéseiben ismeri a legfontosabb lineáris és ciklikus kódokat. Jártas a kódolással és dekódolással kapcsolatos módszerekben, ismeri a kódok aszimptotikájával kapcsolatos fogalmakat. Ismeri a leghatékonyabb kódolások tulajdonságait és használatát.

Képesség:

Képes az algebrai kódolás területén megszerzett ismereteit gyakorlati problémák megoldására alkalmazni. Magabiztosan használja a legfontosabb kódokat, például az Hadamard, BCH, Reed-Solomon kódolást. Képes különböző testek feletti kódok összehasonlítására. Képes becsléseket adni kódok méretére, súlyszámláló polinomok kiszámítására.

Attitűd:

Törekszik az algebrai kódelmélet módszereinek megismerésére és elsajátítására. Törekszik a kódelmélet fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására. Nyitott az elsajátított ismeretek gyakorlatban történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen és reálisan ítéli meg a kódelmélet területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Magas szintű ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák megoldása során alkalmazandó eljárásokat.

A kurzus tartalma, témakörei

Hibajavító kódolás alapjai, lineáris kódok, blokk kódok, ciklikus kódok, példák: Hamming kód, Hadamard kód, Golay kód, BCH kód, Reed-Solomon kód. Kódolás és dekódolás, aszimptotikák. Becslések kód méretére. Entrópia, Shannon-kapacitás. Önduális kód, Reed-Muller kód, Goppa kód, tökéletes kódok. Konvolúciós kódok, kvadratikus maradék kódok. Gyakorlati alkalmazások, a CD kódolása és dekódolása.

Introduction to error correcting codes, linear codes, block codes, cyclic codes, examples: Hamming-code, Hadamard-code, Golay-code, BCH-code, Reed-Solomon-code. Coding and decoding, asymptotics. Bounds on the size of codes. Enthropy, Shannon-capacity. Self-dual codes, Reed-Muller-codes, Goppa-codes, perfect codes. Convolution codes, quadratic residue codes. Practical applications, coding and decoding of the CD.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok elméleti hátterének frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Györfi L., Győri S., Vajda I., Információ- és kódelmélet, Typotex, 2010.
G. Birkhoff, T. C. Bartee, Modern algebra a számítógéptudományban, Műszaki, 1974.
J. H. van Lindt, Introduction to Coding Theory, Springer, GTM, 1982.
E. R. Berlekamp: Algebraic Coding Theory, Aegean Park Press, 1984.

Heti bontott tematika	
1. hét	Kódolás, dekódolás, blokk-kódok, Hamming-kód, korlátok. TE: A hallgató megismeri a hibajavító kódolás alapjait.
2. hét	Tökéletes kód. Hadamard mátrixok, Hadamard kód. TE: A hallgató képessé válik a Hadamard kód használatára.
3. hét	Lineáris kódok, bináris Golay-kód. TE: A hallgató képessé válik a Golay-kód használatára.
4. hét	Ciklikus kódok. TE: A hallgató képessé válik a ciklikus kódok használatára.
5. hét	BCH kód, minimális távolság, aszimptotika, dekódolás. TE: A hallgató képessé válik a BCH kódolás használatára.
6. hét	Reed-Solomon kód, minimálos távolság, dekódolás, aszimptotika. A CD kódolása, Peterson-Gorenstein-Zierler dekódoló algoritmusa. TE: A hallgató képessé válik a Reed-Solomon kódolás használatára.
7. hét	Zárthelyi dolgozatra felkészülés. TE: A hallgató képessé válik súlyszámláló polinomok kiszámolására.
8. hét	Adott hossz és minimális távolság esetén becslések a kód méretére: Hamming, Singleton, Plotkin, Griesmer, Varsamov-Gilbert, Justesen, Elias, McElice tételei. TE: A hallgató képessé válik becsléseket adni kódok méretére.
9. hét	Entrópia, Shannon-kapacitás. Súlyszámláló polinom, MacWilliams tétele duális kód súly-számláló polinomjára. TE: A hallgató képessé válik entrópia és súlyszámláló polinomok kiszámolására.
10. hét	Önduális kódok, Gleason két tétele a súlyszámláló polinomról. Delsartz tétele F_(q^m) és F_q feletti kódok kapcsolatáról. TE: A hallgató képessé válik különböző testek feletti kódok összehasonlítására.
11. hét	Reed-Muller kódok, példák. Goppa kód, aszimptotika. TE: A hallgató képessé válik a Reed-Muller és Goppa kódok használatára.
12. hét	Tökéletes kódok, példák, Tietavainen tétele. TE: A hallgató elsajátítja a leghatékonyabb kódolások tulajdonságait.
13. hét	Konvolúciós kódok, kvadratikus maradék kódok. TE: A hallgató képessé válik konvolúciós kódok használatára.
14. hét	Zárthelyi dolgozatra felkészülés.

	TE: A hallgató képessé válik súlyszámláló polinomok kiszámolására.

Heti bontott tematika	
1. hét	Bevezető példák, grafikus megoldás. TE:A hallgató képessé válik a matematikai programozási feladatok osztályozására, a lineáris programozási feladat megfogalmazására.
2. hét	Feladatok megoldása Szimplex módszerrel. TE: A hallgató megismeri a szimplex módszer lépéseit.
3. hét	Degeneráltság, lexikografikus módszer feladatok. Példa nem korlátos célfüggvényű feladatra.

	TE:A hallgató a lexikografikus módszerrel képessé válik feladatok megoldására.
4. hét	A szimplex algoritmus hatékonysága, szükséges lépésszám elemzése, legrosszabb eset, átlagos eset. Példa végtelen ciklusba futó feladatra. TE: A hallgató betekintést nyer a megoldáshoz szükséges lépésszám lehetséges eseteibe.
5. hét	Dualitás Duális feladatpár típusok elemzése, megoldásuk duális szimplex algoritmussal. TE: A hallgató megismeri a duális feladat megoldását a duális szimplex algoritmussal.
6. hét	Szimplex táblázatos feladatok TE: A hallgató megérti a táblázatok segítségével történő programozási feladat megoldását.
7. hét	Első zárthelyi dolgozat TE:
8. hét	Érzékenységvizsgálat, árnyékár. TE: A hallgató megismeri az érzékenységvizsgálat elemeit.
9. hét	Standard alakra hozás. Konvex poliéderek, extremális pontok. TE:A hallgató megérti a standard alakra hozás lépéseit, az extrémális pontok keresésének módjait.
10. hét	Szállítási feladatok I. TE: A hallgató megtanulja a szállítási feladat megfogalmazását és a modell felírását.
11. hét	Szállítási feladatok II. TE:A hallgató megismeri a megoldás lépéseit.
12. hét	Hozzárendelési feladatok I. TE: A hallgató megismerkedik a hozzárendelési feladattal.
13. hét	Hozzárendelési feladatok II. TE: A hallgató megérti a megoldás lépéseit.
14. hét	Második zárthelyi dolgozat. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Funkcionálanalízis**	Kódja:	**TTMMG0203**
	angolul:	**Functional analysis**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Páles Zsolt**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek a Hilbert terek és a modern operátorelmélet egyes elemeivel a vonatkozó definíciók, tételek és bizonyítások tekintetében, azokat példákon és feladatokon keresztül elsajátítva.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Rendszerszinten ismeri a matematika tudományának módszereit a funkcionálanalízis területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a funkcinálanalízis területén.
-T3: Jártas a klasszikus analízis, klasszikus és lineáris algebra, geometria közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
-T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

-K1: Képes a funkcinálanalízis területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a funkcinálanalízis fogalmakait.
-K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére a funkcinálanalízis segítségével.
-K4: Képes a funkcinálanalízisben megkülönböztetni a megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
-K10: Képes a funkcinálanalízis alkalmazására a természettudományok, különösen a fizikában felvetett problémákban.

Attitűd:

-A1: Törekszik a funkcinálanalízis új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a funkcinálanalízis eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a funkcinálanalízis a megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokait.
-A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tfunkcinálanalízis eszközeivel megalapozott értékelésére.
-A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
-A7: Tudatában van annak, hogy a funkcinálanalízisben szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a funkcinálanalízis területén megszerzett tudásának mértékét.
-F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
-F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Hilbert tér, ortogonális felbontás tétele, Fourier sor, Bessel egyenlőtlenség, Gram-Schmidt eljárás, Riesz tétel, adjungált, önadjunált operátorok, Projekciók, kompakt operátorok Hilbert tereken, K(H) zártsága, kompakt operátorok spektruma, Fredholm alternatíva, kompakt önadjungált és normális operátorok spektráltétele, függvénykalkulus kompakt normális operátorokra, pozitív operátorok, Hilbert-Schmidt operátorok, nem korlátos operátorok Hilbert tereken.

Hilbert space, the orthogonal decomposition theorem, Fourier series, Bessel inequality, Gram–Schmidt orthogonalization process, Riesz theorem, adjoint and self-adjoint operators, projections, compact operators on Hilbert spaces, closedness of C(H), the spectrum of compact operators, Fredholm alternative, spectral theorem for compact self-adjoint and normal operators, functional calculus for compact normal operators, positive operators, Hilbert-

Schmidt operators, unbounded operators on Hilbert spaces.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi előadás formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve. Az oktató segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés

Írásbeli vagy szóbeli vizsga formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. Járai A.: *Modern alkalmazott analízis*, Typotex Könyvkiadó, 2007.
2. J. B. Conway, *A course in functional analysis*, Springer, 1989.
3. N. J. Dunford, J. T. Schwartz, *Linear operators*, Interscience Publishers, 1957.
4. N. I. Akhiezer, I.M. Glazman, *Theory of linear operators in Hilbert space*, Dover Publications, 1993

Heti bontott tematika	
1. hét	Belső szorzat ter, Hilbert tér, halmaz ortogonális komplementere. TE: A hallgató megismeri a belsőszorzat tereket, megérti azok lineáris algebrai és geometria vonatkozásait, képes a korábbi bevezető tárgyak anyagát mélyebb összefüggésekben látni. A kapcsolódó példákat képes önállóan feldolgozni.
2. hét	Ortogonális felbontás tétele, ortogonális sorok konvergenciája. TE: A hallgató megérti az euklideszi tereken túl mutató absztraktciót, képes a merőlegesség fogalmát a megismert tételek összefüggéseiben újraértelmezni. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
3. hét	Fourier sor, Bessel egyenlőtlenség, a teljesség és vele ekvivalens állítások. TE: A hallgató tovább mélyíti a metrikus és normált terek fogalmát, képes átlátni ezek kapcsolatát a belsőszorzat terekkel. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
4. hét	Példák ortonormált rendszerekre Hilbert terekben. TE: A hallgató a példák segítségével elmélyíti és megtanulja az ortonormált rendszerekhez kötődő alapvető eredményeket. A kapcsolódó példákat képes önállóan feldolgozni.
5. hét	Gram-Schmidt eljárás, Riesz tétel, adjungált operátorok. TE A hallgató megismeri a lineáris algebra korábban megismert fogalmainak és tételeinek absztraktabb változatát. Képes a szemléletmódot elsajátítani, azon kersztül a ‚ár tanultakat mélyebb összefüggéseiben látni. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
6. hét	Projekciók. TE: A hallgató megismeri és megtanulja a projekciók alapvető tulajdonságait. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
7. hét	Zárthelyi dolgozat. TE:
8. hét	Konvergens operátorsorozat és kompakt operátor összetétele, véges rangú operátorok kapcsolata.

	TE: A hallgató megismeri a véges rangú operátorok alaptulajdonságait, ezeken keresztül megérti azok jelentőségét a kompakt operátorok elméletében. A kapcsolódó példákat képes önállóan feldolgozni.
9. hét	Kompakt operátorok spektruma. TE: A hallgató elsajátítja a fönt jelzett témakört, képes azt elemző módon összehasonlítani a mátrixelméletből ismert eredményekkel. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
10. hét	Fredholm alternatíva, kompakt önadjungált operátorok spektráltétele. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a fönt jelzett témakört, megérti kapcsolódási pontjait a lineáris algebrához. Képes a feladatokat megoldani, a számolási eljárásokat kellő jártassággal kezelni.
11. hét	Kompakt normális operátorok spektráltétele. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a fönt jelzett témakört, megérti kapcsolódási pontjait a lineáris algebrához. A kapcsolódó példákat képes önállóan feldolgozni.
12. hét	Függvénykalkulus kompakt normális operátorokra, pozitív operátorok. TE: A hallgató megismeri a függvénykalkulus elemeit, érti kapcsolatát a komplex elemi függvényekkel, átlátja kapcsolatát a differenciálegyenletek elméletével. A kapcsolódó példákat képes önállóan feldolgozni.
13. hét	Hilbert-Schmidt operátorok. TE: A hallgató megismeri a jelzett témakör alapfogalmait és eredményeit.
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE:

<table>
<tr><td rowspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="3">Parciális differenciálegyenletek</td><td rowspan="2">Kódja:</td><td rowspan="2">TTMMG0204</td></tr>
<tr><td>angolul:</td><td colspan="3">Partial differential equations</td></tr>
<tr><td colspan="8">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="5">DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék</td></tr>
<tr><td colspan="2">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="3">-</td><td>Kódja:</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td colspan="2">Előadás</td><td colspan="2">Gyakorlat</td><td colspan="2">Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>0</td><td rowspan="2">Gyakorlati jegy</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tantárgyfelelős oktató</td><td colspan="2">neve:</td><td colspan="2">Dr. Fazekas Borbála</td><td>beosztása:</td><td>egyetemi tanársegéd</td></tr>
</table>

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a fontosabb parciális differenciálegyenlet típusok megoldási módszereit és lássák azok alkalmazását néhány nevezetes fizikai probléma megoldásában.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri a matematika eredményeit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
T4: Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

K1: Képes a parciális differenciálegyenletek területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a parciális differenciálegyenletek absztrakt fogalmait.
K3: Képes a parciális differenciálegyenletek elméletében szereplő eredmények, összefüggések szintézisére, magas szintű értékelésére.
K4: Képes megkülönböztetni a megalapozott és alá nem támasztott állításokat a parciális differenciálegyenletek elméletében.
K7: Képes a parciális differenciálegyenletek elméletének jellemző problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
K9: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

A1: Törekszik a parciális differenciálegyenletek elméletével kapcsolatos új eredmények megismerésére.
A2: Törekszik a parciális differenciálegyenletek elméletével kapcsolatos eredmények minél szélesebb körű alkalmazására.
A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a parciális differenciálegyenletek elméletében a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, az összefüggések szintézisére és azok magas szintű, a parciális differenciálegyenletek eszközeivel megalapozott értékelésére.
A5: Nyitott és fogékony a parciális differenciálegyenletek területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a parciális differenciálegyenletek megoldásának elsajátítása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a parciális differenciálegyenletek területén és általában a matematikában megszerzett tudásának mértékét.
F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei:

Fizikai példák. Elsőrendű egyenletek: homogén lineáris egyenletek, kvázilineáris egyenletek, általános egyenletekre vonatkozó Cauchy-feladatok. Magasabb rendű egyenletek, Cauchy–Kovalevszkaja-tétel. Egy-, kettő-, illetve háromdimenzós hullámegyenlet. Inhomogén hullámegyenlet. Poisson-egyenlet, Green-függvények, harmonikus függvények, maximum-elv. A Laplace- és a Poisson-egyenletre vonatkozó kezdetiérték-feladat. A hővezetési egyenlet. Szoboljev-terek, gyenge megoldások.

Examples in physics. First order equations: homogeneous linear equations, quasilinear equations and Cauchy problems for general equations. Higher order equations, the Cauchy–Kovalevskaya theorem. One, two and three dimensional wave equation. Inhomogeneous wave equation. Poisson equation, Green functions, harmonic functions, maximum principle. Initial value problem for the Laplace and Poisson equations. The heat conduction equation. Sobolev spaces, weak solutions.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek:

Interaktív gyakorlati órák formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve és zárthelyi dolgozatok formájában számon kérve segédanyagok biztosítása, syllabus rendelkezésre bocsátása, szükség esetén személyes konzultáció lehetősége.

Értékelés:

Zárthelyi dolgozat formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. Besenyei Ádám, Komornik Vilmos, Simon László, Parciális differenciálegyenletek, Elte, TypoTeX, 2013.

2. Czách László-Simon László: Parciális differenciálegyenletek, 1. félév, ELTE jegyzet, Budapest

3. L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, Providence, 2002.

4. Simon László: Parciális differenciálegyenletek, 2. félév, ELTE jegyzet, Budapest

5. Simon László, E. A. Baderko: Másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek, Tankönyvkiadó, Budapest, 1983.

6. Székelyhidi László: Elsőrendű parciális differenciálegyenletek, egyetemi jegyzet

7. V. Sz. Vlagyimirov: Parciális differenciálegyenletek feladatgyűjtemény, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.

8. V. Sz. Vlagyimirov, Bevezetés a parciális differenciálegyenletek elméletébe, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.

Heti bontott tematika	
1. hét	**1. Közönséges differenciálegyenletekre visszavezethető egyenletek, ad hoc módszerek, változótranszformáció, fizikai feladatok megoldása.** TE: A hallgató megismeri a közönséges differenciálegyenletek elméletében tanult megoldási módszerekkel kezelhető parciális differenciálegyenlet típusokat és kapcsolatot teremt a két apparátus között.
2. hét	**Elsőrendű homogén lineáris parciális differenciálegyenletek megoldása.** TE: A hallgató alkalmazza a lineáris parciális differenciálegyenletek megoldási módszerét a homogén esetben.
3. hét	**Elsőrendű kvázilineáris parciális differenciálegyenletek megoldása.** TE: A hallgató, újabb egyenlettípussal megismerkedve, bővíti tudását a parciális differenciálegyenletek megoldása terén.
4. hét	**Általános elsőrendű parciális differenciálegyenletre vonatkozó Cauchy-feladatok.** TE: A hallgató, felhasználva a speciális elsőrendű egyenletek esetében elsajátított számolási eljárásokat, kezdeti érték feladatokat old meg.
5. hét	**Az állandó együtthatós másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletekre vonatkozó feladatok, kanonikus alak.** TE: A hallgató bővíti megszerzett tudását magasabb rendű egyenletek megoldásán keresztül.
6. hét	Másodrendű szemilineáris egyenletek kanonikus alakja két független változó esetén. TE: A hallgató megismeri a szemilineáris egyenletek kanonikus alakra hozásának módszerét.
7. hét	**Az egydimenziós hullámegyenletre vonatkozó feladatok.** TE: A hallgató, konkrét fizikai példa megoldásán keresztül, elmélyíti ismereteit a másodrendű hiperbolikus egyenletek területén.

8. hét	**A három-, és kétdimenziós, illetve inhomogén hullámegyenletre vonatkozó feladatok.** TE: A hallgató megismeri a hullámegyenlet magasabb dimenziós változatainak megoldási módszerét, és párhuzamot von az egydimenziós esettel.
9. hét	A Poisson-egyenletre vonatkozó feladatok, Green-függvények. TE: A hallgató feladatokat old meg a Poisson-egyenlettel kapcsolatban, tovább bővítve ezzel ismereteit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
10. hét	A Poisson-formula, Harnack-egyenlőtlenség, harmonikus függvények, maximum-elv. TE: A hallgató feladatokat old meg a Poisson-egyenlettel kapcsolatban, tovább bővítve ezzel ismereteit a parciális differenciálegyenletek elméletének területén.
11. hét	A Laplace-, és a Poisson-egyenletre vonatkozó feladatok. TE: A hallgató megismerkedik a Laplace-egyenletre vonatkozó feladatokkal és azok megoldásával.
12. hét	**A hővezetési-egyenletre vonatkozó feladatok.** TE: A hallgató, konkrét fizikai példa megoldásán keresztül, elmélyíti ismereteit a másodrendű parabolikus egyenletek területén.
13. hét	**Gyenge deriváltakra, Szoboljev-terekre, gyenge megoldásokra vonatkozó feladatok.** TE: A hallgató, feladat megoldáson keresztül, megérti az úgynevezett gyenge megoldások fogalmát.
14. hét	**Zárthelyi dolgozat.** TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Konvex optimalizálás**	Kódja:	**TTMMG0205**
	angolul:	**Convex optimization**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Bessenyei Mihály**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

elsajátítsák a konvex függvényekre vonatkozó, általánosabb deriváltfogalom kalkulusát és konvex feltétellel rendelkező szélsőértékproblémákat oldjanak meg.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Ismeri a klasszikus analízis és lineáris algebra alapvető módszereit.
T2: Ismeri az alapvető összefüggéseket a klasszikus analízis és a lineáris algebra területén.
T3: Ismeri a matematika különböző részdiszciplínái közötti alapvető kapcsolatokat.
T5: Ismeri a matematikai bizonyítás követelményeit, alapvető módszereit.
T6: Tisztában van a matematikai gondolkodás sajátos jellemzőivel.

Képesség:

K1: Képes logikus, igaz matematikai állítások megfogalmazására azok feltételeinek és fontosabb következményeinek pontos megadásával.
K3: Képes a klasszikus analízis és a lineáris algebra területen megszerzett ismereteinek alkalmazására.
K4: Képes a klasszikus analízis és a lineáris algebra területén új összefüggések átlátására, feltárására.
K6: Képes adatgyűjtés céljából kísérleteket tervezni, és az adódó eredményeket matematikai eszközökkel elemezni.
K8: Képes a matematikai elemzések eredményeit idegen nyelven és az informatika eszközeit felhasználva hatékonyan kommunikálni.
K9: Képes a rutin szakmai problémákat felismerni, azok elméleti és gyakorlati megoldásához az elérhető könyvtári és elektronikus szakirodalmat feldolgozni, azt ott elérhető módszereket alkalmazni.

Attitűd:

A1: Igénye van analízisbeli tudásának gyarapítására és új matematikai ismeretek megszerzésére, kompetenciák elsajátítására, kifejlesztésére.
A2: Törekszik a matematikai ismereteinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A3: A megszerzett matematikai ismeretei alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására.
A5: Nyitott a más szakterületek sajátos problémáinak felismerésére, az ott dolgozó szakemberekkel való szakmai együttműködésre, a szakterület-specifikus problémák matematikai átfogalmazására.
A6: Nyitott a matematikai továbbképzés irányában.

Autonómia és felelősség:

F1: A klasszikus analízisben és lineáris algebrában elsajátított alapvető ismeretei felhasználásával képes önállóan matematikai kérdések megfogalmazására, azok elemzésére.
F2: Felelősen értékeli a matematikai eredményeket, azok alkalmazhatóságát és korlátait.
F3: Tisztában van a matematikai tudományos kijelentések értékével, azok alkalmazhatóságával és korlátaival.
F4: Képes a matematikai elemzések eredményeiből következő önálló döntések meghozatalára.
F5: Tudatában van annak, hogy matematikai munkáját a legmagasabb etikai normák megtartásával, magas minőséggel kell végeznie.
F6: A matematika területeihez tartozó elméleti, illetve gyakorlati kutatási feladatait megfelelő iránymutatás mellett önállóan végzi.

A kurzus tartalma, témakörei:

Burok operációk és reperezentációik. A Stone–Kakutani elválasztási tétel. Algebrai belső és algebrai lezárt. Komplementáris konvex halmazok algebrai lezártjainak metszete; konvex halmazok elválasztása lineáris függvénnyel.

A Dubovickij–Miljutyin tétel és következményei. A Bernstein–Doetch tétel lineáris függvényekre; az elválasztási tételek topológikus alakja. Konvex és szublineáris függvények; a maximum-tétel és következményei. Konvex függvények szubgradiense, iránymenti deriváltja és ezek kapcsolata. Kalkulus szabályok. A Bernstein–Doetch tétel konvex függvényekre; következmények. Távolságfüggvény, érintőkúp, normálkúp; reperezentációk és kapcsolatok. Konvex feltételes szélsőérték feladatok minimuma; primál és duál feltételek. A konvex Fermat-elv. Büntetőfüggvény; a minimumhely jellemzése. A Karush–Kuhn–Tucker tétel és következménye. Slater-feltétel és Slater-tétel.

Hull operations and their representations. The Stone–Kakutani separation theorem. Algebraic interior and algebraic closure. The intersection of the algebraic closure of complementary convex sets; separation of convex sets by linear functions. The Dubovickij–Miljutin theorem and its consequences. The Bernstein–Doetsch theorem for linear functions; the topological form of the separation theorems. Convex and sublinear functions; the maximum theorem and its consequences. Subgradient and directional derivative of convex functions. Rules of calculus. The Bernstein–Doetsch theorem for convex functions. Distance function, tangent cone, normal cone. The minimum of convex conditional extremum problems; primal and dual conditions. The convex Fermat principle. Penalty function. The Karush–Kuhn–Tucker theorem and its consequence. Slater condition and Slater theorem.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek:

Interaktív gyakorlati órák formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve és zárthelyi dolgozatok formájában számon kérve. A tanulást és számonkérést segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével kívánjuk megkönnyíteni.

Értékelés:

Zárthelyi dolgozatok formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

1. T. R. Rockafellar: *Convex Analysis,* Princeton University Press, Princenton, N. J., 1970.
2. J. M. Borwein and A. S. Lewis: *Convex Analysis and Nonlinear Optimization,* CMS Books in Mathematics, Springer, New York, 2006.

Heti bontott tematika	
1. hét	Lineáris terek fontos részhalmazai: lineáris altér, affin altér, konvex kúp, kúp és konvex halmaz. A tulajdonságok ellenőrzése definíció és a tanult tételek alapján. TE: A hallgató példákon keresztül megismeri a konvex analízisben előforduló fontosabb részhalmaztípusokat és az azok között fennálló kapcsolatokat. Kellő jártasságot szerez a típusfeladatok megoldásában.
2. hét	Lineáris téren értelmezett fontosabb függvénytípusok: lineáris, affin, konvex és szublineáris függvények. A tulajdonságok ellenőrzése definíció és a tanult tételek alapján. TE: A hallgató példákon keresztül megismeri a konvex analízisben előforduló fontosabb függvényosztályokat és az azok között fenálló kapcsolatokat. Kellő jártasságot szerez a típusfeladatok megoldásában.
3. hét	A burokoperátor I.: lineáris burok, affin burok, konvex kúp burok, kúp burok és konvex burok meghatározása véges dimenziós lineáris terekben. A csepp-tétel alkalmazása. TE: A hallgató elsajátítja a burok számolására vonatkozó módszereket véges dimenziós esetben, minden nevezetes halmaztípus esetén.
4. hét	A burokoperátor II.: lineáris burok, affin burok, konvex kúp burok, kúp burok és konvex burok meghatározása végtelen dimenziós lineáris terekben. TE: A hallgató elsajátítja a burok számolására vonatkozó módszereket végtelen dimenziós esetben, minden nevezetes halmaztípus esetén.
5. hét	Korlátos poliéderek politóp alakban való megadása, politópok felírása poliéderként véges dimenziós lineáris terekben.

	TE: A hallgató megismeri a poliéderek és politópok közötti kapcsolatot véges dimenziós esetben. Képes a lineáris algebra és geometria korábban tanult módszereit önállóan használni.
6. hét	Algebrai típusú topológiai fogalmak elmélyítése: algebrailag nyílt halmaz és algebrai belső pont. Az elnyelő halmaz, a szimmetrikus halmaz és a kiegyensúlyozott halmaz fogalmának szemléltetése konkrét példákon keresztül. Konvex halmazok topologikus terekben. TE: A hallgató megismeri az algebrai típusú topológiai fogalmakat és példákon keresztül összehasonlítja azokat a standard topologikus fogalmakkal. Képes a topologikus és metrikus terek elméletét ennek fényében mélyebb összefüggéseiben látni.
7. hét	Első zárthelyi dolgozat. TE:-
8. hét	Konvex halmazok szeparálása lineáris függvény segítségével. TE: A hallgató megismeri a szendvics tétel egy alkalmazását véges dimenziós esetben.
9. hét	Konvex függvények iránymenti deriváltja, konvex kúp műveletekre vonatkozó kalkulus szabályok alkalmazása és a maximumfüggvény iránymenti deriváltjának számolása. TE: A hallgató megismeri a konvex függvények differenciálszámításával kapcsolatos kalkulust. Képes azokat szintézisbe hozni a klasszikus analízis hasonló módszereivel.
10. hét	Konvex függvények szubgradiensének meghatározása definíció, illetve a tanult tételek alapján. Sima és szakaszonként konvex függvények szubgradiense. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit a konvex függvények differenciálszámításának kalkulusával kapcsolatban. Képes azokat szintézisbe hozni a klasszikus analízis hasonló módszereivel.
11. hét	Konvex halmazok szeparálása lineáris függvénnyel (a probléma megoldása, mint konvex feltételes szélsőérték feladat). A Lagrange-féle multiplikátor tétel segítségével kezelhető szélsőérték feladatok. TE: A hallgató egy korábbi példán keresztül megismeri a konvex feltételes szélsőértékkeresés problémáját, illetve összeveti annak módszerét a sima esetben tanult módszerrel.
12. hét	A Karush–Kuhn–Tucker-tétel alkalmazása feladatmegoldásra. TE: A hallgató alkalmazza a Karush–Kuhn–Tucker-tételt adott függvények optimalizálására, konvex feltételek mellett. Képes a tanultak alapján egyszerűbb modellek fölállítására s az ezekből származó szélsőérték problémák kezelésére.
13. hét	A Karush–Kuhn–Tucker-tétel alkalmazása feladatmegoldásra. TE: A hallgató alkalmazza a Karush–Kuhn–Tucker-tételt adott függvények optimalizálására, konvex feltételek mellett. Képes a tanultak alapján egyszerűbb modellek fölállítására s az ezekből származó szélsőérték problémák kezelésére.
14. hét	Második zárthelyi dolgozat. TE:-

<table>
<tr><td colspan="2">A tantárgy neve:</td><td>magyarul:</td><td colspan="4">Közönséges differenciálegyenletek alkalmazásai</td><td>Kódja:</td><td colspan="2">TTMMG0207</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>angolul:</td><td colspan="4">Applications of ordinary differential equations</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="10">2017/2018/1</td></tr>
<tr><td colspan="3">Felelős oktatási egység:</td><td colspan="7">DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék</td></tr>
<tr><td colspan="3">Kötelező előtanulmány neve:</td><td colspan="5">-</td><td>Kódja:</td><td colspan="2">-</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Típus</td><td colspan="4">Heti óraszámok</td><td rowspan="2">Követelmény</td><td rowspan="2">Kredit</td><td colspan="2" rowspan="2">Oktatás nyelve</td></tr>
<tr><td>Előadás</td><td>Gyakorlat</td><td colspan="2">Labor</td></tr>
<tr><td>Nappali</td><td>N</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Heti</td><td>2</td><td>Heti</td><td>0</td><td>Gyakorlati jegy</td><td>2</td><td colspan="2">magyar</td></tr>
<tr><td>Levelező</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td>Féléves</td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Tantárgyfelelős oktató</td><td>Neve:</td><td colspan="3">Dr. Novák-Gselmann Eszter</td><td>beosztása:</td><td colspan="2">egyetemi adjunktus</td></tr>
<tr><td colspan="10">A kurzus célja, hogy a hallgatók
megismerkedjenek a közönséges differenciálegyenletek alkalmazási területeivel, képessé váljanak közönséges differenciálegyenletekre vezető problémák, variációszámítási feladatok megértésére és megoldására.</td></tr>
</table>

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

-T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a közönséges differenciálegyenletek területén.
-T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a közönséges differenciálegyenletek területén.
-T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
-T4: Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.
-T5: Alkotó módon ismeri a közönséges differenciálegyenletekhez kapcsolódó bizonyítások alapelveit, módszereit.

Képesség:

-K1: Képes a közönséges differenciálegyenletek területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
-K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a közönséges differenciálegyenletek absztrakt fogalmait.
-K4: Képes megkülönböztetni a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat a közönséges differenciálegyenletek területén.
-K7: Képes a közönséges differenciálegyenletek problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
-K9: Képes a közönséges differenciálegyenletekhez kapcsolódó eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

-A1: Törekszik a közönséges differenciálegyenletek új eredményeinek megismerésére.
-A2: Törekszik a közönséges differenciálegyenletek eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
-A3: Törekszik arra, hogy a megszerzett matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a közönséges differenciálegyenletek területén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
-A4: Törekszik a matematika modern eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a közönséges differenciálegyenletek eszközeivel megalapozott értékelésére.
-A5: Nyitott és fogékony a közönséges differenciálegyenletek területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
-A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
-A7: Tudatában van annak, hogy a közönséges differenciálegyenletek elsajátítása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

-F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a közönséges differenciálegyenletek területén megszerzett tudásának mértékét.
-F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
-F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
-F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
-F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei:

Autonóm differenciálegyenlet-rendszerek és fázistereik, Differenciálegyenletek stabilitása, Lyapunov tételei, a Lyapunov-féle direkt módszer, Peremérték-problémák és sajátérték-feladatok, Green-függvény, Egzisztencia és unicitási tételek, Maximum- és minimumelv, Nemlineáris peremérték-problémák, Sturm-Liouville sajátérték-feladatok, Forgásszimmetrikus elliptikus problémák, Diffeomorfizmusok és szimmetriák, Az egyparaméteres szimmetriacsoport alkalmazása egyenlet integrálására, Variációszámítás, Az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek invarianciája, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek kanonikus alakja, Az Euler--Lagrange-differenciálegyenletek első integráljai, A Noether-tétel, A legkisebb hatás elve, Néhány klasszikus probléma megoldása.

Autonomous systems of differential equations and their phase spaces. Stability of differencial equations, the theorems of Lyapunov, the direct method of Lyapunov. Boundary value problems and eigenvalue problems. Green function. Existence and uniqueness theorems. Maximum and minimum principles. Nonlinear boundary value problems. Sturm-Liouville eigenvalue problems. Rotationally symmetric elliptic problems. Diffeomorphisms and their symmetries. The application of the one-parameter symmetry group to integration of equations. Calculus of variations, the Euler–Lagrange differential equations, the invariance of the Euler–Lagrange differential equations, the canonical form of the Euler–Lagrange differential equations, the first integrals of the Euler–Lagrange differential equations. The Noether theorem. The principle of stationary action.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Tantermi gyakorlati óra formájában, a témába illő egyszerűbb és összetett feladatok megoldásával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével könnyíti a tanulást.

Értékelés:

Zárthelyi dolgozat formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

[1] V. I. Arnol'd, *Közönséges differenciálegyenletek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
[2] V. I. Arnol'd, *A mechanika matematikai módszerei*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
[3] V. I. Arnol'd, *A differenciálegyenletek elméletének geometriai fejezetei*, Műszaki Könyvkiadó, 1988
[4] B. Dacorogna, I*ntroduction to the calculus of variations*, 2nd ed., London: Imperial College Press, 2008.
[5] Ph. Frank, R. Mises, *A mechanika és fizika differenciál- és integrálegyenletei I-II.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
[6] A. D. Ioffe, V. M. Tihomirov, *Theory of extremal problems*, Studies in Mathematics and its Applications, 6. North-Holland Publishing Co., Amsterdam-New York, 1979.
[7] W. Walter, *Gewöhnliche Differentialgleichungen -- Eine Einführung*, 7. Auflage, Springer, 2000.

Heti bontott tematika	
1. hét	Autonóm differenciálegyenlet-rendszerek és fázistereik, Autonóm rendszerek, Egyensúlyi helyzetek és zárt trajektóriák, Fázisterek. TE: A hallgató megismeri és megérti a közönséges differenciálegyenletek alapvető elemeit és tulajdonságait, képessé válik a fázisterekkel, fázisáramlásokkal kapcsolatos alapvető feladatokat megoldására.
2. hét	Differenciálegyenletek stabilitása, Lyapunov tételei, TE: A hallgató mélyebb összefüggésében megismeri a differenciálegyenletek stabilitásához kapcsolódó tételeket, képes fölismerni szerepüket a fizikai problémákban.
3. hét	A Lyapunov-féle direkt módszer TE: A hallgató megismerkedik a Lyapunov-függvény fogalmával és a stabilitás Lyapunov-féle elégséges feltételeivel, valamint képessé válik felismerni szerepét konkrét példákban.
4. hét	Peremérték-problémák és sajátérték feladatok, Peremérték-problémák megfogalmazása, Sturm-féle peremérték-problémák, Alapmegoldások, A Green-függvény TE: A hallgató megismerkedik a peremérték-problémákkal és sajátérték feladatokkal, képes azokat a modern analízis szemléletmódjában értelmezni.
5. hét	Nemlineáris peremérték-problémák, A maximum- és a minimumelv, TE: A hallgató képes érzékelni a lineáris és nemlineáris problémák közötti különbséget. Képes alkalmazni a korábban funkcionálanalízisből megismert eredményeket peremérték-problémák elméletében.
6. hét	Sturm-Liouville-féle sajátérték-feladatok, Forgásszimmetrikus elliptikus problémák TE: A hallgató megismerkedik a sajátérték-feladatok elméletével, képes alkalmazni a korábban tanult spektrálelméleti állításokat a közönséges differenciálegyenletek elméletében. Továbbá, birtokában lesz a parciális differenciálegyenletek elméletében kiemelkedő fontosságú elliptikus egyenletek egy megoldási módszerének.
7. hét	Egyparaméteres transzformációcsoportok, Egyparaméteres diffeomorfizmuscsoportok, Diffeomorfizmusok hatása vektormezőkre és iránymezőkre

	TE: A hallgató betekintést nyer a differenciálgeometria algebrai módszereibe, majd ezt alkalmazza a közönséges differenciálegyenletek iránymezőire.
8. hét	Diffeomorfizmusok hatása vektormezőkön, Szimmetriák, A kiegyenesítési tétel TE: A szükséges differenciálgeometriai és algebrai módszerek megismerése után a hallgató képes közönséges differenciálegyenletek szimmetriáinak meghatározására, ezzel bizonyos speciális alakú differenciálegyenletek általános megoldását elő tudja állítani.
9. hét	Funkcionálok variációja, Bilineáris és kvadratikus funkcionálok, Funkcionálok második variációja TE: A hallgató megismerkedik a variációszámítás elemeivel, klasszikus problémáival, funkcionálok variációjával és megismeri a bilineáris és kvadratikus funkcionálok fogalmát, jellemzéseit.
10. hét	Funkcionálok extrémuma, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek TE: A hallgató megismeri és megérti a funkcionálok extrémumának keresési eljárásait. Képessé válik olyan speciális funkcionálok variációját meghatározni, melyek esetében a stacionárius egyenlet egy közönséges differenciálegyenlet, melyhez peremfeltétel van adva.
11. hét	Az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek invarianciája, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek kanonikus alakja, az Euler–Lagrange-differenciálegyenletek első integráljai TE: Új változók bevezetésével a hallgató képes az Euler-Lagrange-differenciálegyenleteket kanonikus alakra hozni, ebből pedig meg tudja határozni ezeknek az egyenleteknek az első integráljait és képes az első integrálokat konkrét fizikai példákban interpretálni.
12. hét	Noether-tétel, A legkisebb hatás elve TE: A Noether-tétel segítségével a hallgató meg tudja határozni az Euler-Lagrange-differenciálegyenletek szimmetriáit, egy-egy ilyen szimmetriához képes megmaradási elvet rendelni, majd ezeket megfelelő fizikai környezetben interpretálni.
13. hét	Elegendő feltétel az extrémumra, Néhány klasszikus probléma megoldása, Többváltozós függvények variációszámítása, másodrendű lineáris parciális differenciálegyenletek, TE: A hallgató egy elegendő feltételt ismer meg funkcionálok extrémumára, ezt felhasználva képessé válik kiszűrni, hogy a stacionárius helyek közül melyek lesznek valóban szélsőérték helyek, képes megoldani a legklasszikusabb problémákat. Továbbá, képes többváltozós függvényekre vonatkozó variációszámítási feladatok felállítására. A korábbi elméleti háttér segítségével származtatni tudja a legfontosabb másodrendű kvázilineáris parciális differenciálegyenletekre vonatkozó peremérték feladatokat.
14. hét	Zárthelyi dolgozat TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Játékelmélet**	Kódja:	**TTMMG0208**
	angolul:	**Game theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Analízis Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Boros Zoltán**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

jártasságra tegyenek szert különféle közgazdaságtani, hétköznapi vagy egyéb problémák játékelméleti modellezésében és a modellek elemzése terén.

Tanulás eredmények, kompetenciák:

Tudás:

T1: Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit a játékelmélet területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a játékelmélet területén.
T3: Jártas a matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban.
T4:Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, a matematikai fogalomalkotásban.

Képesség:

K1: Képes a játékelmélet területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az absztrakt matematikai fogalmakat.
K3: Képes a játékelmélet eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére és magas szintű, a tudomány eszközeivel megalapozott értékelésére.
K4: Képes a játékelmélet területén megkülönböztetni a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
K7: Képes a játékelmélet problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.
K9: Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.

Attitűd:

A1: Törekszik a játékelmélet új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik a játékelmélet eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A3: Törekszik arra, hogy a játékelmélet területén megszerzett ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.
A4: Törekszik a játékelmélet eredményei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudomány eszközeivel megalapozott értékelésére.
A5: Nyitott és fogékony a játékelmélet területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken való alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a játékelmélet területén szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a játékelmélet területén megszerzett tudásának mértékét.
F3: Magas szintű matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.
F5: Az absztrakt fogalomalkotásban, az elvont gondolkodásban való jártassága segítségével kialakított véleményét felelősen képviseli.
F6: Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb az etikai normák figyelembe vételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Nem-kooperatív játékok normál alakja. A Nash-féle egyensúlyi helyzet fogalma, létezése. A legjobbválasz-leképezés meghatározása és alkalmazása. Véges játékok elemzése, szigorúan dominált stratégiák, kétszemélyes véges játékok bimátrix reprezentációja. A játékelméleti megközelítés alkalmazása egyszerűbb piaci modellekre (duo-pólium, oligopólium). Véges játékok kevert bővítése. Kétszemélyes zéróösszegű játékok, mátrix-játékok. Játékok extenzív alakban. Kombinatorikus játékok, kupac-játékok, Grundy-számozás. Kooperatív játékok, a koalíció értéke. Ház-elosztási és házasítási problémák.

The normal form of non-cooperative games. The notion and existence of Nash equilibrium. The best response mapping. Fixed point theorems in game theory. Analysis of finite games, strictly dominated strategies, bimatrix representation of finite two-person games. Application of the game theoretic approach to simple market models (duopolium, oligopolium). Mixed extension of finite games. Two-person zero-sum games, matrix games. Games in extensive form. Combinatorial games, Grundy's games, Grundy numbering. Cooperative games, the value of the coalition. Nash's model of bargaining.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Interaktív gyakorlati órák formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve és zárthelyi dolgozatok formájában számon kérve. A tanulást és számonkérést segédanyagok biztosításával, syllabus rendelkezésre bocsátásával, szükség esetén személyes konzultáció lehetőségével kívánjuk megkönnyíteni.

Értékelés

Zárthelyi dolgozat formájában.

Kötelező olvasmány:

Kim C. Border: Fixed point theorems with application to economic and game theory, Cambridge University Press, Cambridge UK, 1985.

Csirmaz László: Játékok és Grundy-számaik, KöMaL, 1980. december.

R. Gibbons: Bevezetés a játékelméletbe, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2005.

Ajánlott szakirodalom:

J. H. Conway: On numbers and games, Academic Press, 1976.

Martin J. Osborne: An Introduction to Game Theory, Oxford University Press, 2003.

Szép J., Forgó F.: Bevezetés a játékelméletbe, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1974.

Szidarovszky F., Molnár S.: Játékelmélet műszaki alkalmazásokkal, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.

Heti bontott tematika	
1. hét	Játékok normál formában. Stratégiák, stratégiaprofilok. Nash-egyensúly. Példák, bimátrix játékok. Stratégiailag ekvivalens játékok. TE: A hallgató megismeri és elsajátítja a játékelmélet alapvető fogalmait, képes azokat a példákon keresztül a lineáris algebra kapcsolódó módszereivel vizsgálni.
2. hét	Véges játékok, a szigorúan dominált stratégiák iteratív kiküszöbölése. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit és készségeit a lineáris algebra játékelméleti vonatkozású eljárásainak használatában.
3. hét	Diszkrét és analóg osztozkodási feladatok. A telephely-választás játékelméleti elemzése. TE: A hallgató megismeri a játékelmélet eszköztárának hatékonyságát egy konkrét probléma modelljének elemzésében.
4. hét	Kétszemélyes zérusösszegű játékok. Egyensúly és minimax. Egyensúlyi stratégiák és stratégia-profilok szimmetrikus kétszemélyes, zérusösszegű játékokban. TE: A hallgató, példákon keresztül, megismeri és elmélyíti a kétszemélyes, zérusösszegű játékok alapfogalmait és alaptételeit.
5. hét	A legjobbválasz-leképezés meghatározása és alkalmazása. Duopólium-modellek játékelméle-

	ti elemzése. TE: A hallgató képes az analízis kapcsolódó eredményeit és módszereit a fönt jelzett témakörben önállóan alkalmazni.
6. hét	Véges játékok kevert bővítése. TE: A hallgató, feladatok megoldásán keresztül, elmélyíti a véges játékok kevert bővítésének módszerét, képes az analízis és valószínűségszámítás módszereit hatékonyan fölhasználni.
7. hét	Mátrixjátékok. TE: A hallgató képes a kapcsolódó példákban a játékelmélet és lineáris algebra módszereit ötvözni és alkalmazni.
8. hét	Játékok extenzív formában; játékfa. Információs halmazok. Extenzív és normál forma. Nash-egyensúly és részjáték tökéletesség. Példák. TE: A hallgató további jártasságra tesz szert a játékelmélethez kapcsolódó feladatok megoldása terén.
9. hét	Kombinatorikus játékok, kupac játékok. TE: A hallgató megtanulja a kombinatorikus játékok elemeit, képes a diszkrét matematika eszköztárát a jelen helyzetben alkalmazni.
10. hét	További kombinatorikus játékok és Grundy-számozásuk. TE: A hallgató tovább mélyíti ismereteit a kombinatorikus játékok elméletéhez kapcsolódó feladatokban, képes a diszkrét matematika eszköztárát a jelen helyzetben alkalmazni.
11. hét	Játékok koalíciós formában. Példák. A koalíció értéke. TE: A hallgató megismeri a koalíció és annak értékének fogalmát a kapcsolódó példák segítségével.
12. hét	A ház-elosztási probléma és annak gráfelméleti megoldása. Házasítási problémák. TE: A hallgató megismeri a fönt jelzett témaköröket, képes a gráfelméletből korábban tanultak hatékony alkalmazására.
13. hét	Zárthelyi dolgozat. TE:
14. hét	Kétszemélyes kooperatív játékok. A Nash-féle alkumodell. A témakörhöz kapcsolódó elméleti feladatok. TE: A hallgató megismeri a kétszemélyes kooperatív játékok elméletének alapjait, képes ezt az eddig tanult keretrendszerbe helyezni. Képes a vizsgált elméleti feladatokat a korábban illetve most megtanult módszerekkel kezelni.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Fejezetek a geometriából**	Kódja:	**TTMMG0301**
	angolul:	**Selected topics in geometry**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Kozma László**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja

a geometria kétfejezetében (differenciálgeometria és nem-euklideszi geometriák) alapvető fogalmainak, módszereinek és tételeinek gyakorlása feladatokon keresztül.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri és használja a geometria tárgyalt fejezeteinek legfontosabb fogalmait, módszereit és alapvető összefüggéseit. Ismeri a görbéket és felületeket meghatározó geometriai jellemzőket. Tisztában van a görbéket és felületeket meghatározó legfontosabb adatok geometriai jelentésével. Ismeri a legfontosabb nem-euklideszi modelleket, és azok a legfontosabb speciális geometriai tulajdonságait..

Képesség:

Képes használni és alkalmazni a differenciálgeometria és a nem-euklideszi geometria legfontosabb fogalmait, alapvető tételeit. Képes geometriai görbék és felületek analitikus leírására. Képes a görbék és felületek geometriai jellemzőinek meghatározására. Képes a számítások során kapott mennyiségek adatokból geometriai, azaz minőségi következtetéseket levonni.
Képes felismerni egy geometriai problémánál, ha az a differenciálgeometria, illetve a nem-euklideszi geometria módszereivel megoldható.

Attitűd:

Törekszik a geometriai ismereteinek széles körű alkalmazására a feladatmegoldásban és gyakorlati problémák megoldásában. A megszerzett geometriai ismereteinek alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására.

Autonómia és felelősség:

Az elsajátított ismeretei felhasználásával képes önálló geometriai problémák megfogalmazására és azok elemzésére.

A kurzus tartalma, témakörei

Differenciálható görbék. Görbület, torzió. A görbeelmélet alaptétele. Felületek az euklideszi térben, különböző megadási módjaik. A felület metrikus alapformája. Normálgörbület, főgörbületek, főirányok, szorzat- és összeggörbület. Az ívhossz variációs problémája. Geodetikusok. Geodetikus görbület. A geodetikusok minimalizáló tulajdonsága.

Affin és projektív síkok axiómái. Affin síkok (például az euklideszi sík) projektív bővítése. A dualitás elve. A projektív síkok vektortér-modellje, homogén koordináták. Perspektivitások (centrális vetítések) és projektivitások. Pont- és sugárnégyes kettősviszonya, a Papposz-Steiner tétel. Desargues és Papposz tételei. Teljes négyszög, teljes négyoldal, harmonikus pont- és sugárnégyesek. Kollineációk, a projektív geometria alaptétele.

A párhuzamossági axióma jelentősége, a hiperbolikus geometria felfedezése. A hiperbolikus síkgeometria Cayley-Klein modellje, a Poincaré-féle körmodell és félsíkmodell. Az egybevágósági transzformációk leírása a modellekben.

Gömbi geometria: távolságmérés a gömbön, gömbháromszögekkel kapcsolatos tételek. Elliptikus metrika.

Differentiable curves. Curvature, torsion. The fundamental theorem of curves. Surfaces in the Euclidean space. Fundamental form of surfaces. Normal curvature, principal curvatures, principal directions. Variational problem of arc-

length. Geodesics. Geodesic curvature. Minimizing property of geodesics. Axioms of affine and projective planes. Projective completion of an affine plane. Duality. Vector space model of porjective planes, homogenous coordinates. Perspectivities (central projections) and projectivities. Cross ratio of four points or lines, Pappus-Steiner theorem. Desargues's theorem and Pappus's theorem. Complete quadrilateral, complete quadrangle, harmonic sets of points and lines. Collineations, fundamental theorem of projective geometry. The parallel postulate, the development of hyperbolic geometry. The Cayley-Klein model of hyperbolic geometry, Poincaré disk model and upper half-plane model. Description of congruences. Spherical geometry: measuring distance on the sphere, spherical triangles. Elliptic metric.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Mintafeladatok bemutatása frontális előadásban. Önálló hallgatói feladatmegoldás.

Értékelés

A félév során két zárthelyi dolgozat kerül megírásra. A gyakorlati jegy ezek összpontszáma alapján kerül megállapításra az alábbi módon: 50-59% - elégséges, 60-74% - közepes, 75-84% - jó, 85-100% - jeles.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Kozma László, Kovács Zoltán: Görbék és felületek elemi differenciálgeometriája, (jegyzet).

Szőkefalvi-Nagy Gyula, Gehér László, Nagy Péter: Differenciálgeometria, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.

Strohmajer János: Geometriai példatár IV., Tankönyvkiadó, 1968.

Csikós Balázs, Kiss György: Projektív geometria, Polygon, 2011.

Kurusa Árpád: Nemeuklideszi geometriák, Polygon, 2009.

Heti bontott tematika

1. hét	Reguláris sima görbe az euklideszi térben. A görbe átparaméterezése. Ívhossz. Természetes paraméterezés. Az egyszerű ív fogalma. TE: A hallgatók megismerik a görbék fogalmát példkon, feladatokon keresztül.
2. hét	A reguláris síkgörbe előjeles görbülete. Frenet-bázis. Zárt síkgörbe körülfordulási száma. Az egyszerű zárt síkgörbe körülfordulási számára vonatkozó tétel. A síkgörbék alaptétele. TE: A hallgatók megismerik a síkgörbéket meghatározó alapvető mennyiségeket és azok kiszámítását.
3. hét	Az R3–beli görbe kísérő Frenet-bázisa és Cartan-mátrixa. Görbület, torzió. Frenet-formulák. TE: A hallgatók megismerik a térgörbéket meghatározó alapvető mennyiségeket és kiszámításukat..
4. hét	Simulókör és simulósík egy adott pontban. A görbeelmélet alaptétele. TE: A hallgatók megismerik a görbeelmélet alaptételét, és alkalmazását..
5. hét	Felületek az euklideszi térben, különböző megadási módjaik. Lineáris érintőtér egy felületi pontban. Normális egységvektormező. TE: A hallgatók megismerik a megfelelő fogalmakat és ezek kiszámítását.
6. hét	Mérés a felületen. Az elemi felület adott paraméterezéséhez tartozó első főmennyiségek, metrikus alapforma. A felületi görbe ívhossza, felületi görbék szöge. A kompakt felületdarab felszíne. TE: A hallgatók megismerkednek a megfelelő fogalmakkal és ezek kiszámításával.
7. hét	Affin és projektív síkok axiómái. Affin síkok (például az euklideszi sík) projektív bővítése. A dualitás elve.

	TE: A hallgatók megismerik az affin és projektív síkok fogalmát.
8. hét	A projektív síkok vektortér-modellje, homogén koordináták, számítási feladatok.. *TE: A hallgatók megismerik a projektív síkok egy modelljét.*
9. hét	Perspektivitások (centrális vetítések) és projektivitások. Pont- és sugárnégyes kettősviszonya, a Papposz-Steiner tétel. *TE: A hallgatók tisztában lesznek a középpontos vetítések legfontosabb tulajdonságaival.*
10. hét	Az abszolút geometria axiómáinak áttekintése. A párhuzamossági axióma jelentősége, a hiperbolikus geometria felfedezése. *TE: A hallgatók felismerik, hogy a párhuzamossági axióma független az abszolút geometria axiómarendszerétől.*
11. hét	Számítási és szerkesztési feladatok megoldása a Cayley-Klein modellben. *TE: A hallgatók képessé válnak a Cayley-Klein modellben alapvető számítások és szerkesztések elvégzésére.*
12. hét	Trigonometria a hiperbolikus síkon. *TE: A hallgatók tisztában lesznek a hiperbolikus sík trigonometriájával.*
13. hét	Szerkesztési feladatok megoldása a Poincaré-féle körmodellben és félsík-modellben. *TE: A hallgatók képessé válnak körgeometriai módszerek alkalmazásával hiperbolikus síkon történő szerkesztések elvégzésére.*
14. hét	Zárthelyi dolgozat a 8-13. hét témaköreiből. TE: -

A tantárgy neve:	magyarul:	**Modern differenciálgeometria**	Kódja:	**TTMMG0302**
	angolul:	**Modern differential geometry**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Tran Quoc Binh**	beosztása:	**tudományos főmunkatárs**

A kurzus célja, hogy a hallgatók az előadás anyagát elmélyítsék konkrét példákon és gyakorló feladatokon keresztül.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a modern differenciálgeometria elméleti eredményeit és módszereit. Jártas a modern differenciálgeometria és a modern analízis és algebra közötti kapcsolatokban. Jártas az absztrakt matematikai gondolkodásban, az absztrakt sokaságelméleti fogalmak megalkotásában. Ismeri a mai differenciálgeometriai kutatások speciális módszereit, problémamegoldó technikáit.

Képesség:

Képes a modern differenciálgeometriában elsajátított módszerek és fogalmak magabiztos és alkotó módon történő alkalmazására. Képes a sokaságelmélet alapvető fogalmainak (topologikus sokaság, differenciálható sokaság, sokaságok közötti differenciálható leképezések, érintővektor, kovariáns deriválás, Riemann-sokaság) matematikailag precíz értelmezésére és alkotó jellegű integrálására a fizikában felmerülő problémák megoldásában. Képes a differenciálgeometriai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, szakmai kommunikációra.

Attitűd:

Törekszik a modern differenciálgeometria új eredményeinek megismerésére és azok minél szélesebb körű alkalmazására. Törekszik a modern differenciálgeometria további összefüggéseinek meglátására, a felismert összefüggések szintézisére és azok magas szintű, tudományosan megalapozott értékelésére. Nyitott és fogékony a differenciálgeometriában elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új kutatási területeken – például általánosabb geometriákban és fizikában – történő alkalmazására, új tudományos eredmények elérésére. Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére. Tudatában van annak, hogy a differenciálgeometriai tanulmányai során szerzett speciális látásmódja segítheti a fizikai alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a megszerzett differenciálgeometriai tudásának mértékét. Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában és működik együtt akár a fizikai és műszaki tudományok képviselőivel. Magas szintű differenciálgeometriai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes problémák megoldása során alkalmazandó módszereket és eljárásokat. Tisztában van a differenciálgeometriai fogalmak pontos megalkotásának fontosságával, véleményét ezek figyelembevételével alakítja ki. A differenciálgeometria absztrakt fogalmainak megalkotása és gondolkodási módszereiben való jártassága révén kialakított véleményét felelősen képviseli. Tudományos kutatásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb etikai normák figyelembevételével végezze.

A kurzus tartalma, témakörei

Topologikus sokaságok, alapvető példák és konstrukciók (gömbök, tóruszok, valós projektív sík, Klein-palack, Möbius-szalag). Sima sokaságok, sima leképezések és diffeomorfizmusok. Beágyazott részsokaságok az n-dimenziós valós vektortérben, Whitney tétele. Beágyazott részsokaság érintőtere, az érintővektorok és a deriválások azonosítása. Az érintővektorok absztrakt definíciója, sokaság érintőnyalábja, sima leképezések deriváltja. Vektormezők és közönséges differenciálegyenletek. A vektormezők Lie-algebrája, a Lie-zárójel geometriai jelentése, kommutáló vektormezők. Kovariáns deriválás sokaságokon, görbementi vektormezők kovariáns deriváltja, geodetikusok. A görbületi és a torzió tenzor, az algebrai és a differenciális Bianchi-azonosság. Riemann-sokaságok, a Riemann-geometria alaplemmája. Riemann-geodetikusok. A Riemann-féle görbületi tenzor, metszetgörbület, Schur tétele, térformák. Ricci-tenzor, Ricci-görbület, skalárgörbület. Hiperfelületek az (n+1)-dimenziós valós térben, a Gauss- és a

Codazzi-Mainardi-egyenletek. A Gauss-görbület.

Topological manifold, basic examples and construction (sphere, torus, real projective plane, Klein bottle, Moebius strip). Smooth manifold, smooth mapping and diffeomorphism. Embedded submanifolds of the real coordinate space, Whitney embedding theorem. The tangent space of an embedded manifold, derivations as tangent vectors. Abstract definition of tangent vectors, the tangent bundle of a manifold, the derivative of smooth mappings. Vector fields and ordinary differential equations. Lie algebra of vector fields, the geometric meaning of Lie bracket, commuting vector fields. Covariant derivative on manifolds, covariant derivative of a vector field along a curve, geodesics. Curvature and torsion tensor, tha algebraic and differential Bianchi identities. Riemannian manifolds, the fundamental theorem of Riemannian geometry. Riemannian geodesics. The Riemannian curvature tensor, sectional curvature, Schur theorem, space forms. Ricci tensor, Ricci curvature, scalar curvature. Hypersurfaces in the (n+1)-dimensional real space, Gauss equation and Codazzi-Mainardi equation. Gauss curvature.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Mintafeladatok bemutatása frontális előadásban. Önálló hallgatói feladatmegoldás. Kiadott anyag önálló feldolgozása.

Értékelés

2 db zárthelyi dolgozat.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

5. Szilasi József: Bevezetés a differenciálgeometriába, Kossuth Egyetemi Kiadó, 1998.

6. Szenthe János: Bevezetés a sima sokaságok elméletébe, ELTE Eötvös Kiadó, 2002.

7. Szőkefalvi-Nagy Gyula, Gehér László, Nagy Péter: Differenciálgeometria, Műszaki Könyvkiadó, 1979.

8. John M. Lee: Introduction to Smooth Manifolds (2nd edition); Springer, 2013.

Heti bontott tematika	
1. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Topológiai és analízisbeli előismeretek áttekintése. TE: *A hallgatók rutint szereznek a differenciálgeometria tárgyalásához szükséges analízisbeli eszközök alkalmazásában.*
2. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Differenciálható sokaságok definíciója, példák. Reguláris felületek, gömb, projektív terek. TE: *A hallgatók képessé válnak a differenciálható sokaság absztrakt definícióját megfogalmazni, és átlátni a korábbi tanulmányok során megismert példák differenciálható struktúráját.*
3. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Differenciálható függvények sokaságon, differenciálható leképezések sokaságok között. Az egységbontás tétele. TE *A hallgatók képesek lesznek sokaságok közötti leképezések differenciálhatóságát eldönteni.*
4. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Differenciálható részsokaságok. Reguláris leképezések. Differenciálható sokaságok nullmértékű részhalmazai. Whitney beágyazási tételei. TE: *A hallgatók képessé válnak a részsokaság fogalmának pontos megfogalmazására és alkalmazására.*
5. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Az érintővektorok és a deriválások azonosítása az n-dimenziós valós térben. Az érintővektorok absztrakt definíciója, sokaság érintőnyalábja, sima leképezések deriváltja.

	TE: *A hallgatók megismerik az érintővektorok absztrakt fogalmát.*	
6. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Vektormezők és közönséges differenciálegyenletek. A vektormezők Lie-algebrája, a Lie-zárójel geometriai jelentése, kommutáló vektormezők.	
	TE: *A hallgatók átlátják a vektormezők és a differenciálegyenletek kapcsolatát.*	
7. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Kovariáns deriválás sokaságokon, görbementi vektormezők kovariáns deriváltja, geodetikusok.	
	TE: *A hallgatók megismerik a kovariáns deriválás és a geodetikusok általános fogalmát.*	
8. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: A görbületi és a torzió tenzor, az algebrai és a differenciális Bianchi-azonosság.	
	TE: *A hallgatók képesek lesznek a görbület és torzió legfontosabb tulajdonságainak ellenőrzésére.*	
9. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Riemann-sokaságok, a Riemann-geometria alaplemmája.	
	TE: *A hallgatók megismerik a sokaságok fizikai alkalmazások szempontjából legfontosabb osztályát, a Riemann-sokaságokat.*	
10. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Riemann-geodetikusok, normálkoordináták; a Gauss-lemma.	
	TE: *A hallgatók megismerik a geodetikusok fogalmának Riemann-sokaságokra történő általánosítását..*	
11. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: A Riemann-féle görbületi tenzor, metszetgörbület, Schur tétele.	
	TE: *A hallgatók megismerik a Riemann-sokaságok legfontosabb görbületi adatait.*	
12. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Konstans görbületű Riemann-sokaságok.	
	TE: *A hallgatók számára világossá válik, hogy a Riemann-geometria a klasszikus geometriák közös általánosítása.*	
13. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Ricci-tenzor, Ricci-görbület, skalárgörbület. A kontrahált Bianchi-azonosság. Einstein-sokaságok.	
	TE: *A hallgatók megismerik a Ricci-tenzort és az Einstein-sokaságokat.*	
14. hét	Feladatok a következő elméleti anyaghoz:: Hiperfelületek az (n+1)-dimenziós valós térben, a Gauss- és a Codazzi-Mainardi-egyenletek. A Gauss-görbület.	
	TE: *A hallgatók képessé válnak a felületelmélet legfontosabb eredményeit a Riemann-geometria eszközeivel kezelni.*	

A tantárgy neve:	magyarul:	**Véges geometriák és kódelmélet**	Kódja:	**TTMMG0303**
	angolul:	**Finite Geometries and Coding Theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Geometria tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Szilasi Zoltán**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

ismerjék a kis elemszámú véges affin és projektív síkokat;

képesek legyenek számítási feladatok elvégzésére test feletti véges affin és projektív geometriákban;

átlássák a véges projektív síkokhoz kötődő kombinatorikus ponthalmazokat (ívek, oválisok, hiperoválisok);

tudjanak konstruálni alapvető blokkrendszereket: inverzív síkokat, Steiner-féle hármas- és négyesrendszereket;

alkalmazni tudják a véges geometriai struktúrákat kódok konstrukciójához.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a véges geometria elméleti eredményeit és módszereit. Jártas a véges geometria és az algebrai struktúrák, a kombinatorika és a kódelmélet közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokban. Jártas a véges geometriákkal kapcsolatos absztrakt gondolkodásban és fogalomalkotásban. Átfogó módon ismeri a véges geometriai bizonyítások algebrai és kombinatorikai alapelveit, módszereit. Ismeri a véges geometria és a kódelmélet problémamegoldó technikáit.

Képesség:

Képes a véges geometria területén elsajátított módszerek alkalmazására. Magabiztosan és alkotó módon használja a véges geometria fogalmait. Képes a véges geometria eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére, és megkülönbözteti a tudományosan megalapozott és kellően alá nem támasztott állításokat. Képes kódelméleti problémák véges geometriai modelljének megalkotására. Képes a véges geometriai ismeretek alkotó jellegű integrálására és alkalmazására kódelméleti és kriptográfiai problémák megoldásában.

Attitűd:

Törekszik a véges geometria új eredményeinek megismerésére és minél szélesebb körű alkalmazására. Törekszik a modern geometria, absztrakt algebra és kódelmélet közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggések szintézisére és azok magas szintű értékelésére. Tudatában van annak, hogy a matematikai tanulmányai során szerzett speciális látásmódja segítheti a kriptográfiában és kódelméletben felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

Véges geometriai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák megoldása során alkalmazandó módszereket, eljárásokat.

A kurzus tartalma, témakörei

Test feletti véges affin és projektív síkok konstrukciója. Példák véges projektív síkokon kombinatorikusan definiált ponthalmazokra. További illeszkedési geometriák konstrukciója: blokkrendszerek, Steiner-rendszerek. Véges geometriákhoz kapcsolódó kódelméleti konstrukciók.

Finite incidence structures: projective and affine planes, Galois geometry. Combinatorial properties of finite projective planes. Arcs and ovals. Finite projective planes and algebraic structures. Finite projective and affine planes over a field. Examples of combinatorial point sets on finite projective plane. Further incidence structures: block design and Steiner-system. Applications of finite geometry in coding theory.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Mintafeladatok bemutatása frontális előadásban. Önálló hallgatói feladatmegoldás.

Értékelés

A félév során egy zárthelyi dolgozat kerül megírásra. A gyakorlati jegy az itt elért pontszám alapján kerül megállapításra az alábbi módon:

50-59% - elégséges, 60-74% - közepes, 75-84% - jó, 85-100% - jeles.

Az így megszerzett osztályzat egyetlen alkalommal javítható.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

D. R. Hughes, F. C. Piper: Projective Planes, Springer, 1973.

Kárteszi Ferenc: Bevezetés a véges geometriákba, Akadémiai kiadó, 1973.

Kiss György, Szőnyi Tamás: Véges geometriák, Polygon, 2001.

S. E. Payne: Topics in Finite Geometry, 2007, online elérhető:
http://math.ucdenver.edu/~spayne/classnotes/topics.pdf

Szilasi Zoltán: Bevezetés a véges geometriába, 2013, online elérhető:
http://riemann.math.unideb.hu/~szzoltan/veges.pdf

Heti bontott tematika	
1. hét	Az affin síkok minimális modellje és a Fano-sík. Kis elemszámú véges testek feletti affin és projektív síkok konstrukciója, szemléltetése. TE: *A hallgatók képesek lesznek szemléltetni egyszerű véges geometriákat.*
2. hét	Számítási feladatok megoldása véges test feletti projektív síkokban. TE: *A hallgatók képesek a véges testekre vonatkozó ismereteik alkalmazásával véges geometriákban alapvető számítások elvégzésére.*
3. hét	Ciklikus síkok, differenciahalmazok konstrukciója. TE: *A hallgatók képesek a véges geometriai ismereteiket felhasználva differenciahalmazokat konstruálni.*
4. hét	Véges affin és projektív síkok alkalmazása kombinatorikai feladatok megoldására. TE: *A hallgatók képessé válnak véges geometriai ismereteiket kombinatorikai problémák megoldására alkalmazni.*
5. hét	Példák lefogó halmazokra és blokkoló halmazokra. TE: *A hallgatók megismernek példákat egyszerű, kombinatorikusan értelmezett ponthalmazokra.*
6. hét	Példák ívekre, oválisokra, hiperoválisokra. TE: *A hallgatók tisztában lesznek vele, hogy léteznek olyan oválisok, amelyek nem másodrendű görbék.*
7. hét	Ternér gyűrűk, kvázitestek néhány egyszerűbb tulajdonságának bizonyítása. TE: *A hallgatók képesek önállóan elvégezni absztrakt algebrai struktúrák tulajdonságainak ellenőrzését.*
8. hét	Példák kvázitestekre. TE: *A hallgatók tisztában lesznek vele, hogy léteznek olyan kvázitestek, amelyek nem ferdetestek.*
9. hét	Plücker-koordináták alkalmazása.

	TE: *A hallgatók képesek lesznek háromdimenziós véges projektív terek egyeneseivel kapcsolatos számítások elvégzésére.*
10. hét	Példák blokkrendszerekre, inverzív síkokra. TE: *A hallgatók átlátják, hogy a körök geometriájának absztrakciójából értelmes véges geometriai struktúrákat konstruálhatunk.*
11. hét	Steiner-féle hármasrendszerek konstrukciója. TE: *A hallgatók képesek lesznek kis elemszámú Steiner-hármasrendszereket konstruálni.*
12. hét	Steiner-féle négyesrendszerek konstrukciója. TE: *A hallgatók képesek lesznek kis elemszámú Steiner-négyesrendszereket konstruálni.*
13. hét	Véges kódok konstrukciója véges geometriák segítségével. TE: *A hallgatók képesek lesznek kódok véges geometriai modelljének megalkotására.*
14. hét	Zárthelyi dolgozat. TE: -

A tantárgy neve:	magyarul:	**Valószínűségelmélet**	Kódja:	**TTMMG0401**
	angolul:	**Probability theory**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Fazekas István**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

képesek legyenek a valószínűségszámítás feladatainak megoldására.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a matematika alapvető módszereit a valószínűségszámítás területén.

Ismeri az elméleti matematika alapvető összefüggéseit a valószínűségszámítás területén.

Képesség:

Képes a mennyiségi adatokból minőségi következtetéseket levonni. Képes a valószínűségszámítás területen megszerzett ismereteinek alkalmazására. Képes az valószínűségszámítás területén új összefüggések átlátására, feltárására.

Attitűd:

Törekszik a matematikai ismereteinek minél szélesebb körű alkalmazására. A megszerzett matematikai ismeretei alkalmazásával törekszik a megfigyelhető jelenségek minél alaposabb megismerésére, törvényszerűségeinek leírására, megmagyarázására. Nyitott a más szakterületek sajátos problémáinak felismerésére, az ott dolgozó szakemberekkel való szakmai együttműködésre, a szakterület-specifikus problémák matematikai átfogalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen értékeli a matematikai eredményeket, azok alkalmazhatóságát, alkalmazhatósági korlátait. Tisztában van a matematikai tudományos kijelentések értékével, azok alkalmazhatóságával, korlátaival. Képes a matematikai elemzések eredményeiből következő önálló döntések meghozatalára.

A kurzus tartalma, témakörei

Valószínűség, valószínűségi változók, eloszlások. A valószínűségszámítás aszimptotikus tételei.

Probability, random variables, probability distributions. Asymptotic theorems of probability theory.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Számolási gyakorlat, eloszlások számítógépes szemléltetése.

Értékelés

Zárthelyi dolgozat, gyakorlati jegy.

Kötelező olvasmány:

Fazekas István: Valószínűségszámítás. Debreceni Egyetemi Kiadó, Debrecen, 2009.

Csörgő Sándor: Fejezetek a valószínűségelméletből, Szegedi Egyetemi Kiadó, Polygon, 2010.

Ajánlott szakirodalom:

Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

Ferenczy Miklós: Valószínűségszámítás és alkalmazása. Feladatgyűjtemény. Nemzeti Tankönyvkiadó, 1998.

Heti bontott tematika	
1. hét	Statisztikai megfigyelések szemléltetése, diagramok, numerikus jellemzők. Események. TE: A hallgató képes lesz megfigyelések jellemzőit meghatározni.
2. hét	A valószínűség kombinatorikus és geometriai kiszámítása. Feltételes valószínűség, függetlenség. TE: A hallgatók képesek lesznek valószínűségek kiszámolására.
3. hét	Teljes valószínűség tétele és a Bayes-tétel alkalmazásai. Példák diszkrét valószínűségi változókra. TE: A hallgatók képesek lesznek egyszerű valószínűségszámítási tételek alkalmazására..
4. hét	Hipergeometrikus, binomiális és Poisson-eloszláshoz vezető példák. TE: A hallgatók képesek lesznek a diszkrét eloszlásokat alkalmazni.
5. hét	Eloszlásfüggvények és sűrűségfüggvények tulajdonságai, példák. TE: A hallgatók képesek lesznek az abszolút folytonos eloszlásokat alkalmazni.
6. hét	Várható érték, szórás, medián kiszámítása. Feladatok egyenletes, exponenciális és normális eloszlások körében. TE: A hallgatók képesek lesznek várható érték, szórás, medián kiszámítására.
7. hét	Példák együttes diszkrét eloszlásra, eloszlásfüggvényre, sűrűségfüggvényre. Függetlenség, korrelációs együttható. TE: A hallgatók képesek lesznek együttes eloszlásokat kezelni.
8. hét	Nevezetes többdimenziós eloszlások: egyenletes, multinomiális. TE: A hallgatók képesek lesznek többdimenziós eloszlásokat kezelni.
9. hét	A normális eloszlásból származó eloszlások. TE: A hallgatók képesek lesznek a statisztikában használatos eloszlásokat kezelni.
10. hét	Nagy számok törvénye alkalmazásai: Monte Carlo-módszerek. TE: A hallgatók képesek lesznek alkalmazni a nevezetes egyenlőtlenségeket és a nagy számok törvényeit.
11. hét	Karakterisztikus függvények kiszámolása és alkalmazásaik. TE: A hallgatók képesek lesznek karakterisztikus függvényeket meghatározni és alkalmazni.
12. hét	A konvergencia típusok szemléltetése. Konvergencia normális és Poisson-eloszláshoz. A véletlen bolyongás aszimptotikus viselkedése. TE: A hallgatók képesek lesznek határeloszlás-tételeket alkalmazni.
13. hét	Nevezetes eloszlások esetén a feltételes eloszlás és a feltételes várható érték kiszámolása. TE: A hallgatók képesek lesznek feltételes eloszlásokat alkalmazni.
14. hét	A nevezetes eloszlások összehasonlító elemzése és alkalmazásaik.

	TE: A hallgatók képesek lesznek eloszlásokat felismerni és alkalmazni.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Sztochasztikus folyamatok**	Kódja:	**TTMMG0402**
	angolul:	**Stochastic processes**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Barczy Mátyás**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék és elsajátítsák a sztochasztikus folyamatok bevezető elemeit, az előadáson elhangzott definíciók, tételek és bizonyítási módszerek példákon és alkalmazásokon keresztül történő elmélyítése útján.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

T1: Rendszerszinten ismeri a matematika tudományának módszereit a sztochasztikus folyamatok területén.
T2: Összefüggéseiben ismeri az elméleti matematika eredményeit a sztochasztikus folyamatok területén.

Képesség:

K1: Képes a sztochasztikus folyamatok területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.
K2: Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza a sztochasztikus folyamatok fogalmait.
K3: Képes a matematika modern eredményeinek, összefüggéseinek szintézisére a sztochasztikus folyamatok segítségével.
K10: Képes a sztochasztikus folyamatok alkalmazására a természettudományokban felvetett problémákban.

Attitűd:

A1: Törekszik a sztochasztikus folyamatok új eredményeinek megismerésére.
A2: Törekszik a sztochasztikus folyamatok eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.
A6: Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.
A7: Tudatában van annak, hogy a sztochasztikus folyamatok tanulmányozása során szerzett speciális látásmódja segítheti a más tudományterületeken, alkalmazásokban felmerülő problémák innovatív megoldásában.

Autonómia és felelősség:

F1: Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg a sztochasztikus folyamatok területén megszerzett tudásának mértékét.
F4: Tisztában van a matematikai gondolkodás fontosságával, véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Feltételes várható érték általános fogalma, diszkrét és folytonos idejű Markov-láncok, diszkrét idejű martingálok, Wiener-folyamat, Wiener-folyamat szerinti sztochasztikus integrál (Itô-integrál), Itô-formula, sztochasztikus differenciálegyenletek, diffúziós folyamatok.

General notion of conditional expected value, discrete and continuous time Markov chains, discrete time martingals, Wiener processes, stochastic integration with the Wiener process (Itô integral), Itô's formula, stochastic differential equations, diffusion processes.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Interaktív gyakorlati órák formájában, az elhangzottakat jegyzeteléssel rögzítve és zárthelyi dolgozat(ok) formájában számon kérve. A tanulást és számonkérést segédanyagok biztosításával és syllabus rendelkezésre bocsátásával segíti az oktató.

Értékelés

Zárthelyi dolgozat(ok), gyakorlati jegy formájában.

Kötelező olvasmány:

Nincsen.

Ajánlott szakirodalom:

Csörgő Sándor: Fejezetek a valószínűségelméletből, Szegedi Egyetemi Kiadó, Polygon, 2010.

Rényi Alfréd: Valószínűségszámítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.

I. Karatzas, S. E. Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, 1991.

N. Shiryayev: Probability, 2nd edition, Springer-Verlag, 1995.

S. M. Ross: Introduction to Probability Models, 10th edition, Academic Press, 2009.

Heti bontott tematika	
1. hét	Feltételes várható érték szigma-algebrára vonatkozó általános fogalma: feladatok a definíció, az alaptulajdonságok gyakorlására, illetve arra vonatkozóan, hogy egy valószínűségi változó által generált szigma-algebrára vonatkozó feltételes várható érték a feltétel alkalmas mérhető függvénye. TE: A hallgató képes a szigma-algebrára vonatkozó feltételes várható érték meghatározására az egyszerűbb esetekben.
2. hét	Példák sztochasztikus folyamatokra, feladatok a véges dimenziós eloszlás, független növekményűség, stacionárius növekményűség fogalmának gyakorlására, illetve a várható érték függvény és a kovariancia függvény számolására. TE: A hallgató képes ellenőrizni, hogy egy sztochasztikus folyamat független növekményű-e, stacionárius növekményű-e, illetve képes a várható érték függvény és a kovariancia függvény számolására.
3. hét	Diszkrét idejű Markov-láncok: példák és feladatok a definíció, a kezdeti eloszlás, az átmenet-valószínűségi mátrix, a Kolmogorov-Chapman egyenletek és az állapotok osztályozásának a gyakorlására, továbbá a Markov-láncok szimulálásának bemutatása az R programnyelvben. TE: A hallgató képes a diszkrét idejű Markov-tulajdonság ellenőrzésére, az átmenetvalószínűségi mátrix felírására egyszerűbb példákban, továbbá képes az állapotok osztályozását elkészíteni.
4. hét	Diszkrét idejű Markov-láncok: feladatok a visszatérőségi kritérium használatára, a stacionarius eloszlás meghatározására, az ergodicitás és az átmenetvalószínűségek konvergenciájának vizsgálatára. TE: A hallgató tudja használni a visszatérőségi kritériumot, képes eldönteni, hogy létezik-e stacionárius eloszlás, és ha igen, akkor azokat meg tudja határozni, képes az átmenetvaló-színűségek konvergenciájának vizsgálatára.
5. hét	Diszkrét idejű martingálok: feladatok a definíció, alaptulajdonságok és az opcionális megállási tétel gyakorlására. TE: A hallgató képes a martingáltulajdonság ellenőrzésére diszkrét esetben, képes az opcionális megállási tételt használni.
6. hét	Diszkrét idejű martingálok: feladatok aWald-azonosság, a martingálok és szubmartingálok konvergenciájának gyakorlására. TE: A hallgató képes a nevezetes martingáltételeket alkalmazni egyszerűbb, diszkrét idejű modellekben.
7. hét	Folytonos idejű Markov-láncok: feladatok az infinitézimális mátrixra, illetve a Kolmogorov-féle backward és forward differenciálegyenlet rendszerek használatára. TE: A hallgató képes a folytonos idejű Markov-tulajdonság ellenőrzésére, az infinitezimális mátrix interpretációjára és a Kolmogorov-féle backward és forward differenciálegyenlet rendszerek használatára.

8. hét	Folytonos idejű Markov-láncok: feladatok az állapotváltozás mechanizmusának, visszatérőségnek vizsgálatára, az átmenetvalószínűségek aszimptotikus viselkedésének leírására, az ergodikus és nullállapotok fogalmának és a stacionárius eloszlás meghatározására. TE: A hallgató képes a folytonos idejű Markov-láncok állapotváltozás mechanizmusának leírására egyszerűbb példákban, érti az átmenetvalószínűségi függvények aszimptotikus viselkedésének leírásának módszereit, képes a stacionárius eloszlás meghatározására.
9. hét	Feladatok Wiener-folyamatokra, példák Wiener-folyamatok olyan transzformáltjaira, melyek szintén Wiener-folyamatok. TE: A hallgató képes adott sztochasztikus folyamatok esetén ellenőrizni, hogy Wiener-folyamatról van-e szó.
10. hét	Példák és feladatok Gauss folyamatokra és a Wiener-folyamat esetén első elérési időkre. TE: A hallgató képes adott sztochasztikus folyamatok esetén ellenőrizni, hogy Gauss folyamatról van-e szó. Képes a Wiener-folyamat esetén az első elérési idő jellemzőinek számolására.
11. hét	Példák és feladatok a Wiener-folyamat szerinti sztochasztikus integrálra (Itô-integrálra). TE: A hallgató képes a Wiener-folyamat szerinti sztochasztikus integrál meghatározására egyszerűbb esetekben.
12. hét	Feladatok az Itô-formulára és alkalmazások sztochasztikus integrálok meghatározására. TE: A hallgató képes az Itô-formula használatára egyszerűbb esetekben.
13. hét	Példák és feladatok sztochasztikus differenciálegyenletekre, diffúziós folyamatokra elsősorban a pénzügyi matematika területéről. TE: A hallgató képes egyszerűbb diffúziós folyamatokkal kapcsolatos számolásokra (várható értékfüggvény, átmenetvalószínűségi sűrűségfüggvény).
14. hét	Számonkérés. TE: Egyéni felkészülés a számonkérésre.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algoritmusok és adatstruktúrák tervezése**	Kódja:	**TTMMG0603**
	angolul:	**Algorithms and data structures**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**3**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**3**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Hajdu Lajos**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megtanulják a fontosabb számítógépes algoritmusokat, képessé váljanak azok használatára komplex programokban. Továbbá a hallgatók megtanulnak különböző adatstruktúrákat alkotni, beépíteni őket függvényekbe, metódusokba és azokon kereséseket, beillesztéseket és egyéb műveleteket végrehajtani.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a főbb algoritmuselméleti alapfogalmakat, rendezési és keresési algoritmusokat. Összefüggéseiben ismeri a legfontosabb adatstruktúrákat és a rajtuk végezhető műveleteket. Ismeri a gráfbejárási algoritmusokat, és az útkereső algoritmusokat. Jártas a fa adatstruktúrákkal kapcsolatos feladatok megoldásában.

Képesség:

Képes az algoritmusok és adatstruktúrák területén megszerzett ismereteit gyakorlati problémák megoldása során alkalmazni. Képes elkészíteni rendezési, keresési algoritmusokat, valamint adatstruktúrákat létrehozni. Képes gráfokkal kapcsolatos algoritmusok elkészítésére. Képes bizonyos szimulációs algoritmusokhoz köthető feladatok megoldására.

Attitűd:

Igénye van az algoritmusokhoz és adatstruktúrákhoz kapcsolódó gyakorlati tudásának bővítésére, a megismert algoritmusok és módszerek alapos begyakorlására. Törekszik ismereteinek minél szélesebb körben történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen megszerzett ismereteinek mértékét, azok alkalmazhatóságát és korlátait. A tárgyhoz kapcsolódó gyakorlati feladatokat megfelelő iránymutatás mellett önállóan oldja meg.

A kurzus tartalma, témakörei

Az algoritmus fogalma, típusai, csoportosításuk. Dinamikus programozás, mohó algoritmus, heurisztikus algoritmusok. Rendezési, keresési algoritmusok. Keresőfák és azok fő típusai, fabejárási algoritmusok. Hash-táblák, Hash-függvények, szövegfeldolgozó algoritmusok. Ismertebb adatstruktúrák létrehozása és alkalmazásai.

Notion of algorithm, its types. Dynamic programming, greedy algorithm, heuristic algorithms. Sorting, searching algorithms. Search trees and their main types, algorithms for searching through trees. Hash-tables, Hash-functions, text processing algorithms. Designing well known data structures, applications.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Számítógépes gyakorlat

Értékelés

Beadandó programozási feladat

Kötelező olvasmány:

Aszalós László, Herendi Tamás – Algoritmusok (http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0046_algoritmusok/0046_algoritmusok.pdf)

Ivanyos Gábor, Szabó Réka, Rónyai Lajos: Algoritmusok, Typotex, 1999

Thomas H. Cormen, *Charles E. Leiserson*, *Ronald L. Rivest*, *Clifford Stein*: *Új algoritmusok*, Scolar Kiadó, Budapest, 2003.

Ajánlott szakirodalom:

Heti bontott tematika

1. hét	Egyszerűbb algoritmusok bemutatása, futási idők és memóriaigény kiszámítása. TE: A hallgatók képesség válnak néhány matematikai problémához köthető, egyszerűbb algoritmus elkészítésére és azok futási idejének kiszámítására.
2. hét	Rendezési algoritmusok bemutatása: buborék-, beszúró-, összefésülő-, gyors-, kiválasztásos-, Shell sort. A futási idők és memóriaigény összehasonlítása. TE: A hallgatók képessé válnak elkészíteni az ismertebb rendezési algoritmusokat.
3. hét	Különböző algoritmustípusok bemutatása: mohó algoritmus, dinamikus programozás, oszd meg és uralkodj elv. TE: A hallgatók képessé válnak bonyolultabb, mohó algoritmust, vagy dinamikus programozást igénylő feladatok elkészítésére.
4. hét	Verem, sor, illetve egyéb FIFO és LIFO típusú struktúrák bemutatása. Lineáris-, bináris és interpolációs keresések. Fibonacci-keresés. TE: A hallgatók képessé válnak néhány keresési algoritmus elkészítésére, illetve néhány egyszerűbb adatstruktúra létrehozására.
5. hét	Gráfelméleti alapfogalmak, a gráfok mint adatstruktúrák. A gráfokkal végezhető alapvető műveletek (csúcsok, élek hozzáadása, törlése, gráfok összefésülése, stb.). Feszítőfák. Tömbök, láncolt listák, duplán és körkörösen láncolt listák és ezek gráfreprezentációja. TE: A hallgatók megtanulnak létrehozni újabb adatstruktúrákat, illetve megadni ezek gráfreprezentációit.
6. hét	Döntési fák, kapcsolatuk a minimális feszítőfákkal, illetve egyéb gráftípusokkal. TE: A hallgatók képessé válnak döntési fákat létrehozni az ismert adatstruktúrák és azok gráfreprezentációi segítségével. Képesek felhasználni a minimális feszítőfákat döntési fák létrehozásában.
7. hét	A fa adatstruktúra bemutatása. Fák bejárásának módjai (in-order, pre-order és post-order bejárások) és bemutatásuk bináris keresőfák felhasználásával. TE: A hallgatók képessé válnak bináris fákat létrehozni és keresési algoritmussal azokból információt kinyerni.
8. hét	A keresőfák főbb típusai 1: AVL fák, piros-fekere bináris keresőfák, önkiegyensúlyozó fák. Min-heap és max-heap algoritmusok keresőfák létrehozására. TE: A hallgatók megtanulnak újabb bináris keresőfákat létrehozni és azokat bejárni.
9. hét	A keresőfák főbb típusai 2: B-fák ((2,3) fa, (2,3,4) fa, B+ fa, stb.), többirányú fák ((a,b)-fa, háromirányú keresőfa, fúziós fa), prefix és suffix fák. TE: A hallgatók képessé válnak többirányú keresőfák létrehozására és az azokban történő keresésre.

10. hét	Fabejárási algoritmusok: rekurziós fabejárás, backtrack algoritmusok. TE: A hallgatók képessé válnak az általuk létrehozott gráfokban történő különböző keresések végrehajtására.
11. hét	Útkereső algoritmusok: A* algoritmus, heurisztikus algoritmusok. TE: A hallgatók képessé válnak útkereső algoritmusok hatékony implementációjára.
12. hét	Hash függvények, Hash táblák és Hash mapek. Szerepük a titkosításban, keresésben és adattárolásban. Hash-ütközés és feloldása. TE:A hallgatók képesek lesznek elterjedtebb Hash függvények létrehozására, illetve Hash táblák számítógépes implementációjára.
13. hét	Monte Carlo típusú algoritmusok és jelentőségük a matematikában és számítástudományokban. A Monte Carlo fakeresés bemutatása (MCTS). TE: A hallgatók képessé válnak a Monte Carlo típusú szimulációs algoritmusok egy csoportjának alkalmazására és az ehhez köthető feladatok megoldására.
14. hét	Szövegfeldolgozó algoritmusok, szövegillesztések, legjobban illeszkedő szövegrészlet problémák. TE: A hallgatók képessé válnak string típusú változók feldolgozására, azokban alstringek keresésére és stringekben történő keresésre megadott mintázatok alapján.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Többváltozós statisztika**	Kódja:	**TTMMG0403**
	angolul:	**Multivariate Analysis**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Baran Sándor**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

egy statisztikai szoftver (az R programnyelv) segítségével a gyakorlatban tudják alkalmazni a többváltozós statisztika alapvető módszereit.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.

Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Képesség:

Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljeinek megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.

Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.

Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Többdimenziós minta és jellemzői; főkomponens analízis; faktoranalízis; kanonikus korreláció analízis; osztályozási módszerek; klaszteranalízis; többdimenziós skálázás.

Multivariate sample and its properties, principal component analysis, factor analysis, canonical correlation analyis, methods of statistical classification, cluster analysis, multidimensional scaling.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Programcsomag használata, szemléltetés.

Értékelés

Önállóan megoldandó feladatok, zárthelyi.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

1. **A. J. Izenman: Modern Multivariate Statistical Techniques. Regression, Classification and Manifold Learning, Springer, 2008.**
2. **B. Everitt, T. Hothorn: An Introduction to Applied Multivariate Analysis with R, Springer, 2011.**

Heti bontott tematika	
1. hét	Szoftverismertetés, az R programnyelv alapjai, utasítások, adatstruktúrák. TE:
2. hét	R függvények használata, csomagkezelés. TE:
3. hét	Többdimenziós minta, leíró statisztikák. TE:
4. hét	Adatvizualizáció. TE:
5. hét	Főkomponens analízis az R segítségével. Esettanulmányok. TE:
6. hét	Faktoranalízis az R segítségével. Esettanulmányok. TE:
7. hét	Kanonikus korreláció analízis. Esettanulmányok. TE:
8. hét	Osztályozási módszerek: lineáris és kvadratikus diszkriminálás. Esettanulmányok. TE:
9. hét	Logisztikus regresszió. Esettanulmányok. TE:
10. hét	Klaszteranalízis: hierarchikus eljárások. Dendrogram, jégcsap ábra. Esettanulmányok. TE:
11. hét	K-közép eljárás. Esettanulmányok. TE:
12. hét	Többdimenziós skálázás. Klasszikus megoldás. Esettanulmányok. TE:

13. hét	Nem metrikus skálázás, a Shepard-Kruskal algoritmus. Esettanulmányok. TE:
14. hét	Support vector machines. Esettanulmányok. TE:

A tantárgy neve:	magyarul:	**Opcióértékelés**	Kódja:	**TTMMG0404**
	angolul:	**Option pricing**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Gáll József**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék elemi derivatívák árazását, a klasszikus eljárásokat és modelleket alkalmazzák, a modellek alkalmazásához kapcsolódó becslési, statisztika feladatokat megoldjanak, egyszerű közelítő eljárásokat alkalmazzanak az opcióár becslésére alkalmas matematikai-statisztikai programcsomag segítségével.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Felismeri és érti az egyszerű derivatív pozíciókat. Érti és alkalmazza az arbitrázsmentességen alapuló alapvető opcióárazási módszereket, ismeri azok korlátait.

Képesség:

Megold az opcióárazási alapmodellek alkalmazásához szükséges kapcsolódó statisztikai és numerikus feladatokat, illetve opcióárazási feladatokat.

Attitűd:

Nyitott a modern pénzügyi, kockázatkezelési szakmai innovációkra és hitelesen képviseli a pénzügyi szakma alapvető etikai normáit, elveit.

Autonómia és felelősség:

Feladatvégzéskor a pénzügyi szakmai döntések során figyelembe veszi azok tágabb következményeit a vállalkozás tevékenységére. Tisztában van a dervatívák alkalmazásának összetettségével, az egyes pozíciókhoz kapcsolódó kockázatokkal és modellek alkalmazási korlátaival.

A kurzus tartalma, témakörei

Derivatívák, derivatív piacok működésének alapjai, a derivatívák árazása, az arbitrázsmentesség, arbitrázs stratégiák, bináris modellek, Black-Scholes modell, folytonos modellek, MC szimuláció, opcióárt közelítőmódszerek, modellparaméterek becslése, modellek és feltételeik vizsgálata, tesztelése.

The students get to know about the fundamental derivatives and their roles, the fundamentals of the mechanism of derivatives markets, the principles of pricing derivatives, the principle of arbitrage-freeness and how to apply it, some classical models and problems and methods related to their fitting and applications.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Az alkalmazott módszereket gyakorlati példákon vizsgáljuk, teszteljük, kitérve szimulációs és közelítő opcióárazási módszerek használatára, melyhez statisztikai (pénzügyi) programcsomagokat (pl. R) használunk.

Értékelés

A kurzus írásbeli dolgozattal zárul, mely gyakorlati kérdéseket tartalmaz.

Kötelező olvasmány:

Hull, J. C.: Opciók, határidős ügyletek és egyéb származtatott termékek, Panem-Prentice Hall, 1999.

Ajánlott szakirodalom:

Gáll J. és Pap Gy. (2010): Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon, Szeged.

Barczy M. és Gáll J. (2010): Pénzügyi matematika példatár II, Polygon, Szeged.

Heti bontott tematika	
1. hét	Derivatívák, csoportosításuk. TE: Ismerik a pénzügyi derivatívákat és szerepüket a kockázatkezelésben.
2. hét	Határidős ügyletek, egyszerű opciók. Kifizetési függvények, profit. Példák. TE: Ismeri elemi derivatívák kifizetését, a pozíció korlátait.
3. hét	Arbitrázs fogalma. Határidős ügyletek árazása. Határidős ár. TE: Meghatároz határidős árakat, határidős pozíciók értékét.
4. hét	Forward és futures szerződések árazása, speciális esetek. TE: Határidős árak és pozíciók értékének számolása egyes speciális formáit különböző alaptermékekre.
5. hét	Példák arbitrázsra. Opciós díjak tulajdonságai (alapfogalmak, tényezők, korlátok). TE: Alkalmazza az arbitrázsmentesség elvét derivatív pozíciók elemi tulajdonságainak megállapítására.
6. hét	Put-call paritás, korai lehívás. Elemei kereskedési stratégiák (részvény és egyszerű opciók kombinációi).

	TE: Érti az opciós pozíciók változását részvénypoziciós kombinációban, felírja azok kifizetési és profitfüggvényét, azonosítja a kapcsolódó kockázatokat.
7. hét	Kereskedési stratégiák opciókkal (különbözeti ügyletek, terpesz stratégiák variánsai). TE: Felírja az opciós kombinált pozíciók kifizetését, értelmezi az előnyeit, kockázatait.
8. hét	Opcióárazás bináris piacokon. Európai opciók árazása, fedezeti stratégia, arbitrázsmentesség. TE: Alkalmazza bináris piacokon az opcióárazási formulákat.
9. hét	Bináris, binomiális piacok. Árazás osztalék esetén, amerikai opciók árazása. TE: Képes alkalmazni bináris piacokon az opcióárazási formulákat, algoritmusokat.
10. hét	Bevezetés a folytonos idejű modellekbe. Piaci hatékonyság, volatilitás, a Black-Scholes piac alapjai. TE: Ismeri és képes tesztelni Black-Scholes piacok és hasonló folytonos idejű piacok esetén az alapfeltevéseket, teszteli a piaci hatékonyság gyenge formáját.
11. hét	A Black-Scholes formula használata, implikált volatilitás. TE: Tudja alkalmazni a BS formulát, implikált volatilitást számol, becsül.
12. hét	A Black-Scholes feltételek kritikai vizsgálata, tesztelése. Alternatív esetek. TE: Képes tesztelni az árfolyamok alaptulajdonságait, hozamok eloszlását vizsgálja. Opcióárat becsül, approximál.
13. hét	Görögök, delta fedezet. TE: Görögökre levezet a vizsgált modellekben formulákat. Delta fedezetet számít, elemez.
14. hét	Opciós árak becslési eljárásai, MC szimulációk, approximációk. TE: Alkalmazza az opciós díj elemi becslési módszereit.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Pénzügyi matematika I.**					Kódja:	**TTMMG0405**	
	angolul:	**Financial mathematics I**							
2017/2018/1									
Felelős oktatási egység:		**DE IK Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék**							
Kötelező előtanulmány neve:		-					Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok					Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor			
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves			
Tantárgyfelelős oktató		neve:		**Dr. Barczy Mátyás**				beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék a legfontosabb diszkrét idejű részvénypiaci és opcióárazási modellek alkalmazását, feltételeik tesztelését, a legfontosabb kockázati mértékek alkalmazását operációs kockázatokra, továbbá a Markowitz-féle portfóliómodell illesztésével kapcsolatos alapvető problémákat és megoldásukat.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Érti a legfontosabb diszkrét idejű opcióárazási modellekben az árazási feladatok megoldásának menetét, azokban arbitrázsmentességi feltételek ellenőrzését és azok következményeit érti a derivatívák árazásában. Ismeri a legfontosabb kockázati mértékek alkalmazásának korlátait. Érti a Markowitz-féle portfóliómodell feltételrendszerét és ismeri az alkalmazáshoz szükséges feladatokat.

Képesség:

Diszkrét idejű részvénypiaci modellekben alkalmazni tudja az arbitrázsmentességi feltételeket, alkalmazásokban használja a főbb árazási eredményeket, konkrét derivatívákat képes árazni, a szükséges paramétereket azonosítani. Képes a kockázati mértékek számítására pénzügyi modellekben, továbbá pénzügyi környezetben a kurzushoz kapcsolódó modellekben megoldható problémák megoldásának megtervezésére.

Attitűd:

Nyitott az kurzuson ismertetett piaci modellekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra, törekszik az új szakirodalmi modellek és piaci tesztek megismerésére.

Autonómia és felelősség:

Tisztában van az alkalmazott piaci modellek alkalmazási kockázataival, nyitott az ezekkel kapcsolatos szakirodalmi kritikákra és innovációkra.

A kurzus tartalma, témakörei

Diszkrét idejű részvénypiaci, opcióárazási modellek, kockázati mértékek, koherens mértékek, Value at Risk, Expected Shortfall, operációs kockázat és összetett eloszláson alapuló modelljei. Markowitz-féle mean-variance portfólióanalízis, CAPM.

Discrete time models of shares markets and options pricing, risk measures, coherent measures, Value at Risk, Expected Shortfall, operational risk and its models based on composite distributions. Markowitz-type mean-variance portfolio analysis, CAPM.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Példák kerülnek megoldásra, melyekben többek között a vizsgált diszkrét idejű modellekben opciók árazása történik, EMM-ek számítása, ellenpéldák konstruálása történik, a modellek feltételrendszerének lehetséges piaci tesztelése kerül megvitatásra a jobb megértése érdekében.

Értékelés

A kurzus írásbeli dolgozattal, melyben a hallgatók gyakorlati alkalmazásokat kapnak az egyes modellekre, azokban arbitrázsmentességi vagy éppen árazási.portfólióoptimalizálási feladatokat oldanak meg.

Kötelező olvasmány:

Gáll József, Pap Gyula: Bevezetés a pénzügyi matematikába, Polygon kiadó, 2010.

Barczy Mátyás: Pénzügyi matematika példatár I., Polygon kiadó, 2010.

Barczy Mátyás, Gáll József: Pénzügyi matematika példatár II., Polygon kiadó, 2010.

Harry H. Panjer: Operational Risk: Modeling Analytics, Wiley, 2006.

Ajánlott szakirodalom:

Musiela, M. and Rutkowski, M. (2005), Martingale Methods in Financial Modeling, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Heti bontott tematika	
1. hét	Feltételes várható érték, martingálok, nevezetes tételek. TE: Képes egyszerű martingáltulajdonságok ellenőrzésére, a nevezetes martingáltételek alkalmazására egyszerűbb modellekben.
2. hét	Értékpapírpiacok, származtatott értékpapírok. Diszkrét idejű piacok, alapfogalmak. TE: Önfinanszírozó stratégiát konstruál egyszerű példákban. Elemi számításokat (pl. hozam, várható hozam, etc.) végez piaci példákban.
3. hét	Arbitrázs. TE: Elemi arbitrázsstratégiákat konstruál, ekvivalens martingálmértékeket azonosít, konstruál.
4. hét	Arbitrázs. TE: Ismeri az árazási alaptételt, alkalmazza azt diszkrét idejű példákban.
5. hét	Piaci teljesség. TE: Ismeri a teljességgel kapcsolatos főtételt és alkalmazza azt diszkrét idejű piaci modellekben.
6. hét	Opcióárazási alaptételek. TE: Képes alapvető opcióárazási tételek alkalmazására diszkrét piacokon.
7. hét	Opcióárazási tételek, további piacok és kérdések. TE: Képes alapvető opcióárazási tételek alkalmazására diszkrét piacokon.
8. hét	Kockázati mértékek alaptulajdonságai, Value at Risk. TE: VaR számításokat végez egyszerű eloszlások esetén.
9. hét	Kockázati mértékek alaptulajdonságai, Expected shortfall. TE: Képes ES meghatározására egyszerű eloszlások esetén.

10. hét	Operációs kockázat. Összetett eloszláson alapuló (AMA) modellek és becslések. TE: AMA megközelítésben képes számolni vagy becsülni tőkefedezetet.
11. hét	Mean-variance portfólióoptimalizálás. TE: Becsülni tudja a Markowitz-féle modellhez szükséges paramétereket, használja a modellt, felírja a portfólióoptimalizálási feladatokat.
12. hét	Mean-variance portfólióoptimalizálás TE: Ismeri és számolja a hatékony piaci görbét.
13. hét	CAPM TE: Ismeri és számolja a kockázatmentes eszközzel bővített feladat megoldását, az SML görbét.
14. hét	Az ismertetett piaci modellek áttekintése, kritikáik, alkalmazási korlátaik megvitatása. TE: Tisztában van az egyes modellek alkalmazási korlátaival, azokat érintő tapasztalati problémákkal, kritikusan szemléli azok alkalmazását, alternatív modellek vizsgálatát.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Adatbányászat**	Kódja:	**TTMMG0410**
	angolul:	**Data Mining**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:										
Kötelező előtanulmány neve:		-						Kódja:	-	
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató				neve:		**Dr. Baran Sándor**		beosztása:	**egyetemi docens**	

A kurzus célja, hogy a hallgatók

egy statisztikai szoftver (az R programnyelv, Rattle GUI) segítségével a gyakorlatban tudják alkalmazni az adatbányászat alapvető módszereit.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.

Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.

Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.

Képesség:

Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.

Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.

Attitűd:

Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.

Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.

Autonómia és felelősség:

Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.

Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.

A kurzus tartalma, témakörei

Az adatbányászat fogalma és szerepe. Adatok, attribútumok, mérési skálák, adatok előfeldolgozása. Feltáró adatelemzés. Döntési fák, osztályozó eljárások. Asszociációs elemzés. Klaszterezésen alapuló eljárások. Rendellenességek keresése.

Notion of data mining and its role. Data types, attributes, measure scales, preprocessing of data. Exploratory data analysis. Decision trees, classification methods. Association analysis. Cluster based algorithms. Anomaly detection. Case studies.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Értékelés

A kurzus teljesítésének feltétele, hogy a hallgatók képesek legyenek valós adatok önálló elemzésére. A számonkérés során a hallgatóknak a számítógéppel vizsgált adatokhoz kapcsolódó kérdésekre kell válaszolniuk.

Kötelező olvasmány:

Ajánlott szakirodalom:

3. **Pang-Nin Tan, Michael Steinbach, Vipin Kumar: Adatbányászat. Alapvetés. Panem, 2012.**
4. **Graham Williams: Data Mining with Rattle and R. Springer, 2011.**
5. **Jiawei Han, Jian Pei, Micheline Kamber: Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2012.**

Heti bontott tematika	
1. hét	Szoftverismertetés. A Rattle GUI bemutatása. TE: Megismerkednek az R Rattle GUI használatának alapjaival
2. hét	Adatok, attribútumok, mérési skálák, adatok előfeldolgozása. TE: Megismerik az R által kezelt főbb adatállomány típusokat és az adatok előfeldolgozásának legfontosabb eljárásait
3. hét	Feltáró adatelemzés, leíró statisztikák. Adatvizualizáció, TE: Megtanulják, hogyan lehet az R segítségével leíró statisztikákat készíteni
4. hét	Adatvizualizáció. TE: Megismerik az R és a Rattle az adatvizualizációs eszközeit.
5. hét	Döntési fák, logisztikus regresszió TE: Megismerik az R döntési fákkal kapcsolatos algoritmusait és átismétlik, hogyan lehet az R nyelvben két- és többcsoportos logisztikus regressziós osztályozást készíteni.
6. hét	Legközelebbi társ módszer. Bayes osztályozók. TE: Átismétlik az R alapvető diszkrimináló eljárásait, példákon keresztül összehasonlítják azok hatékonyságát.
7. hét	Neurális hálók és jellemzőik. TE: Megtanulják, hogyan lehet az R segítségével neurális hálókat létrehozni és tanítani.
8. hét	Tartóvektor-gépek (Support Vector Machines). TE: Megismerik az R SVM eljárásait.
9. hét	Együttes módszerek: zsákolás, gyorsítás. TE: Megismerkednek a zsákolás és gyorsítás néhány implementációjával.
10. hét	Vásárlói kosár elemzés. TE: Megismerik a R vásárlói kosár elemzésére használható legfontosabb eljárásait.
11. hét	Klaszteranalízis: a k-közép módszer és variánsai. TE: Átismétlik az R a k-közép klaszterezési eljárását, példákon keresztül megvizsgálják annak hatékonyságát.
12. hét	Hierarchikus eljárások. Sűrűség alapú klaszterezés.

	TE: Átismétlik az R hierarchikus klaszterezési eljárását és megismerkednek a sűrűség alapú klaszterezés implementációival.
13. hét	Rendellenességek keresése TE: Megtanulják az R néhány kiugró értékek detektálására szolgáló eljárásának használatát.
14. hét	Esettanulmányok TE: Egy valós adatokon történő komplett elemzés végrehajtásán keresztül gyakorolják a félév során megismert módszereket.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Formális nyelvek és automaták**	Kódja:	**TTMMG0601**
	angolul:	**Formal languages and automata**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Horváth Gábor**	beosztása:	**egyetemi docens**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

a hallgató megérti a Turing-gépek és a rekurzíve felsorolható halmazok kapcsolatát. A hallgató megismerkedik egy algoritmussal, mely egy automatával felismerhető nyelvhez megkonstruálja a legkisebb azt felismerő automatát. Illetve a hallgató betekintést nyer az automaták és félcsoportok kapcsolatába.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a formális nyelvek és automaták területének módszereit, azok alkalmazhatóságot és korlátait. Birtokában van a formális nyelvek és automaták alkalmazott modelljeinek megalkotásához és szimulálásához szükséges számítástechnikai ismereteknek.

Képesség:

Magabiztosan és alkotó módon alkalmazza az absztrakt fogalmakat elméleti és alkalmazott problémák megoldása során. Képes a formális nyelvek és automaták területén elsajátított matematikai módszerek alkalmazására.

Attitűd:

Folyamatosan törekszik a formális nyelvek és automaták tantárgy által megszerzett ismereteinek bővítésére, alkalmazott matematikai kompetenciáinak fejlesztésére. Törekszik a formális nyelvek és automaták minél szélesebb körben való alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Felelősen, kritikusan és reálisan ítéli meg a formális nyelvek és automaták területén megszerzett tudásának mértékét, módszereinek alkalmazhatóságát és korlátait. Magas szintű ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes gyakorlati problémák megoldása során alkalmazandó módszereket.

A kurzus tartalma, témakörei

Turing-gépek, rekurzív- és rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. A megállási probléma. RAM-gépek, ezek ekvivalenciája a Turing-gépekkel. Eldönthetetlen problémák, bonyolultságelméleti kitekintés. Chomsky-hierarchia, formális nyelvek, általános számítási modell. Automaták. Nyelv felismerhetősége automatával, reguláris nyelvek. Példák. A Chomsky-osztályok megkülönböztethetősége. Pumpálási lemma. Ekvivalens automaták, redukciós algoritmusok, adott nyelvet felismerő minimális automata. Nemdeterminisztikus automaták. Chomsky- és Greibach-normálforma. Gyakorlati alkalmazások. Univerzális algebrai bevezető. Algebrák, varietások, pszeudovarietások. Kongruenciák, hálók. Szabad algebra, a H, S, P, és S_p operátorok. Szubdirekt irreducibilis algebrák, jellemzés, példák. Birkhoff varietástétele, annak különböző változatai. Félcsoportok, monoidok, félcsoport- és monoidvarietások. Idempotens elemek, elem hatványai. Szintaktikus monoidok, Shützenberger tétele. Nyelvek varietása, Eilenberg-típusú tételek.

Turing-machine, recursive and recursively enumerable languages. Characterization of recursive languages. The halting problem. RAM-machines, equivalence with Turing-machines. Undecidable problems, introduction to complexity theory. Chomsky-hierarchy, formal languages, general computational model. Automata. Recognizing languages by automata, regular languages. Examples. Differentiating between Chomsky-classes. Pumping lemma. Equivalent automata, reducing algorithms, minimal automaton recignizing a given language. Nondeterministic automata. Chomsky- and Greibach normal form. Practical applications. Introduction to universal algebra. Algebras, varieties, pseudovarieties. Congruences, lattices. Free algebra, the operators H, S, P, and S_p. Subdirectly irreducible algebras, characterization, examples.

Birkhoff's theorem on varieties, different versions. Semigroups, monoids, varieties of semigroups and monoids. Idempotent elements, powers of an element. Sintactic monoids, Shützenberger's theorem. Variety of languages, Eilenberg-type theorems.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok megoldásához szükséges elméleti anyag frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

P. Linz: An introduction to formal languages and automata

S. Burris, H. P. Sankappanavar: A course in universal algebra

Heti bontott tematika

1. hét	Turing-gépek, rekurzív- es rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. TE: A hallgató képessé válik Turing-gépekkel és rekurzív függvényekkel kapcsolatos feladatok megoldására.
2. hét	A megállási probléma. RAM-gépek, ezek ekvivalenciája a Turing-gépekkel. Eldönthetetlen problémák, bonyolultságelméleti kitekintés. TE: A hallgató képessé válik arra, hogy egy probléma eldönthetetlenségét eldöntse.
3. hét	Chomsky-hierarchia, formális nyelvek, általános számítási modell. Automaták. Nyelv felismerhetősége automatával, reguláris nyelvek. Példák. TE: A hallgató megérti a Chomsky-hierarchiát, és képessé válik a reguláris nyelvek felismerésére.
4. hét	A Chomsky-osztályok megkülönböztethetősége. Pumpálási lemma. TE: A hallgató megérti a pumpálási lemmát, és képes lesz azt alkalmazni a Chomsky-hierarchia osztályainak mekülönböztetésére.
5. hét	Ekvivalens automaták, redukciós algoritmusok, adott nyelvet felismerő minimális automata. Nemdeterminisztikus automaták. TE: A hallgató képes lesz meghatározni tetszőleges reguláris nyelvhez az azt felismerő legkisebb automatát.
6. hét	**Chomsky- és Greibach-normálforma. Gyakorlati alkalmazások.** TE: A hallgató képessé válik Chomsky- és Greibach-normálformák meghatározására.
7. hét	Zárthelyi dolgozatra való felkészülés. TE: A korábbi feladattípusok gyakorlása, elmélyítése.
8. hét	Univerzális algebrai bevezető. Algebrák, varietások, pszeudovarietások. TE: A hallgató megismerkedik az univerzális algebra alapjaival, és megtanul algebrákban számolni.
9. hét	Kongruenciák, hálók. Szabad algebra, a H, S, P, és S_p operátorok.

	TE: A hallgató megérti a szabad algebra és a H, S, P, és S_p operátorok fogalmát, és megtanul kongruenciákkal dolgozni.
10. hét	Szubdirekt irreducibilis algebrák, jellemzés, példák. Birkhoff varietástétele, annak különböző változatai. TE: A hallgató elsajátítja algebrák felbontását szubdirekt szorzatra, és feladatokon keresztül megérti Birkhoff varietástételét.
11. hét	Félcsoportok, monoidok, félcsoport- és monoidvarietások. Idempotens elemek, elem hatványai. TE: A hallgató képes lesz arra, hogy félcsoportokban számításokat végezzen.
12. hét	Szintaktikus monoidok, Shützenberger tétele. TE: A hallgató feladatokon keresztül betekintést nyer az automaták és félcsoportok kapcsolatába.
13. hét	Nyelvek varietása, Eilenberg-típusú tételek. TE: A hallgató különböző feladatok megoldása során megérti a nyelvek varietásának fogalmát és Eilenberg-tételét.
14. hét	Zárthelyi dolgozatra való felkészülés. TE: A korábbi feladattípusok gyakorlása, elmélyítése.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Algoritmuselmélet**	Kódja:	**TTMMG0602**
	angolul:	**Theory of algorithms**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Pongrácz András**	beosztása:	**egyetemi adjunktus**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerjék az algoritmuselmélet alapvető fogalmait, legfontosabb eredményeit, továbbá megértsék az azok közötti kapcsolatokat, valamint a megszerzett ismereteiket a gyakorlatban is alkalmazzák.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri Turing-gép fogalmát, típusait és a hozzá kapcsolódó gyakorlati problémákat. Jártas a NP-teljes problémák témakörében és a matroidelméletben. Összefüggéseiben ismer a gyakorlatban alkalmazható módszereket programok futási idejének javítására, továbbá hatékony algoritmusokat mátrixok összeszorzására.

Képesség:

Magabiztosan módon alkalmazza gyakorlati problémák megoldása során az algoritmuselmélet absztrakt fogalmait. Képes alkalmazni a polinomokat és mátrixokat összeszorzó algoritmusokat a gyakorlatban.

Attitűd:

Törekszik az algoritmuselmélet fogalmai közötti mélyebb összefüggések meglátására és feltárására, továbbá a legújabb eredmények megismerésére, és azok széles körben történő alkalmazására. Nyitott és fogékony az elsajátított tudásanyag gyakorlati alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Reálisan ítéli meg az algoritmuselmélet területén megszerzett tudásának mértékét, a módszerek alkalmazhatóságát. Megszerzet tudásának birtokában önállóan választja meg a leghatékonyabb módszereket az adott gyakorlati problémák megoldáshoz.

A kurzus tartalma, témakörei

Turing-gépek, rekurzív- és rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. Rövid kitekintés más számítási modellek felé. Többszalagos Turing-gépek. Tár és idő. Nemdeterminisztikus Turing-gépek. Polinomiális visszavezetés, NP-teljesség. Cook tétele SAT és 3-SAT NP-teljességéről. Különböző Boole-problémák NP-teljessége. Néhány klasszikus probléma NP-teljessége. Ladner tétele, köztes bonyolultsági osztályok. A gráfizomorfizmus-probléma. Lineáris visszavezethetőség. Mohó algoritmussal megoldható problémák, matroidok. Matroidelmélet. Rangfüggvény, körök. A matroidok jellemzése. Finomított bonyolultság. Polinomidőben megoldható problémák javthatósága. Példák. Karatsuba algoritmusa polinomok illetve tizedestört alakban megadott számok szorzására. Mátrixok szorzása, Strassen algoritmusa. Az algoritmus gyorsítása. Elvi alsó korlátok. Sok mátrix szorzata, mátrix hatványozása. Mátrixok különböző felbontásai, ezek alkalmazhatósága a szorzás gyorsabb elvégzésében. Mátrixok sajátértékeinek kiszámítása.

Turing-machine, recursive and recursively enumerable languages. Characterization of recursive languages. Other computational models. Turing machine with more tapes. Space and time. Nondeterministic Turing-machines. Polynomial reduction, NP-completeness. Cook's theorem on the NP-completeness of SAT and 3-SAT. NP-completeness of Boole-problems. Classical NP-complete problems. Ladner's theorem, intermediate complexity classes. Graph-isomorphism problem. Linear reduction. Greedy algorithm, matroids. Matroid theory. Rank function, cycles. Characterization of matroids. Refined complexity. Improving polynomial time algorithms. Examples. Karatsuba's algorithm multiplying polynomials and decimal numbers. Multiplying matrices, Strassen's algorithm. Improving the algorithm. Lower bounds. Multiplying many matrices, matrix powers. Matrix decompositions and their applications in matrix multiplication. Computing eigenvalues of matrices.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok megoldásához szükséges elméleti anyag frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Félévközi zárthelyi dolgozatok alapján.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Lovász László: Algoritmusok bonyolultsága. 2014, Typotex.

Frank András: Matroidelmélet, egyetemi jegyzet, 2008.

Heti bontott tematika	
1. hét	Turing-gépek, rekurzív- és rekurzíve felsorolható nyelvek. Rekurzív nyelvek jellemzése. Rövid kitekintés más számítási modellek felé. TE: A hallgató megérti a Turing-gép fogalmát.
2. hét	Többszalagos Turing-gépek. Tár és idő. TE: A hallgató megtanulja a legalapvetőbb, Turing-gépekkel kapcsolatos összefüggéseket.
3. hét	Nemdeterminisztikus Turing-gépek. Polinomiális visszavezetés, NP-teljesség. Cook tétele SAT és 3-SAT NP-teljességéről. Különböző Boole-problémák NP-teljessége. TE: A hallgató megérti az NP-teljesség fogalmát.
4. hét	Néhány klasszikus probléma NP-teljessége. TE: A hallgatónak elmélyül az NP-teljes problémákról alkotott szemlélete.
5. hét	Ladner tétele, köztes bonyolultsági osztályok. A gráfizomorfizmus-probléma. TE: A hallgató megismerkedik olyan problémákkal, melyek nem tartoznak sem a legegyszerűbbek, sem a legbonyolultabbak közé az NP-beli hierarchiában.
6. hét	Lineáris visszavezethetőség. Mohó algoritmussal megoldható problémák, matroidok. TE: A hallgató megérti a finomabb bonyolultsági osztályokat, és a matroidok segítségével ekvivalens jellemzést kap a mohó algoritmussal triviális módon megoldható problémákról.
7. hét	Zárthelyi dolgozatra való felkészülés. TE: A korábbi feladattípusok átismétlése, összefoglalása.
8. hét	Matroidelmélet. Rangfüggvény, körök. A matroidok jellemzése. TE: A hallgató a matroidok megértésén keresztül még pontosabb betekintést kap a moh algoritmussal megoldható problémák elméletébe.
9. hét	Finomított bonyolultság. Polinomidőben megoldható problémák javthatósága. Példák. TE: A hallgató általános és konkrét módszereket tanul programok futási idejének megjavítására.
10. hét	Karatsuba algoritmusa polinomok illetve tizedestört alakban megadott számok szorzására. TE: A hallgató elsajátítja Karatsuba algoritmusát.
11. hét	Mátrixok szorzása, Strassen algoritmusa. Az algoritmus gyorsítása. Elvi alsó korlátok.

	TE: A hallgató képessé válik arra, hogy gyorsan futó algoritmusokat programozzon, ami mátrixokat szoroz össze.
12. hét	Sok mátrix szorzata, mátrix hatványozása. TE: A hallgató további mátrixszorzással kapcsolatos algoritmusokat sajátít el.
13. hét	Mátrixok különböző felbontásai, ezek alkalmazhatósága a szorzás gyorsabb elvégzésében. Mátrixok sajátértékeinek kiszámítása. TE: A hallgató képessé válik mátrixoknak speciális mátrixok szorzatává alakítására, és a sajátértékek kiszámítására közelítő algoritmusok segítségével.
14. hét	Zárthelyi dolgozatra való felkészülés. TE: A korábbi feladattípusok átismétlése, összefoglalása.

A tantárgy neve:	magyarul:	**Mesterséges intelligencia**	Kódja:	**TTMMG0604**
	angolul:	**Artificial Intelligence**		

2017/2018/1

Felelős oktatási egység:	**DE TTK Matematikai Intézet, Algebra és Számelmélet Tanszék**		
Kötelező előtanulmány neve:	-	Kódja:	-

Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	**N**	Heti	**0**	Heti	**2**	Heti	**0**	**Gyakorlati jegy**	**2**	**magyar**
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				

Tantárgyfelelős oktató	neve:	**Dr. Hajdu Lajos**	beosztása:	**egyetemi tanár**

A kurzus célja, hogy a hallgatók

képesek legyenek a mesterséges intelligencia tanult reprezentációs technikáit és megoldást kereső algoritmusait alkalmazni a gyakorlatban.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a mesterséges intelligencia legfontosabb módszereit, és azok alkalmazási lehetőségeit a gyakorlatban. Jártas az állapottér-reprezentálható problémákhoz tartozó állapottér megkonstruálásában és összefüggéseiben is ismeri a gyakorlatban használatos legfontosabb megoldást kereső és a lépésajánló algoritmusokat.

Képesség:

Képes a mesterséges intelligencia területén elsajátított módszerek alkalmazására gyakorlati problémák esetében. A problémák megoldása során magabiztosan alkalmazza a tanult reprezentációs technikákat és számos megoldáskereső algoritmust.

Attitűd:

Törekszik a mesterséges intelligencia területén alkalmazott legújabb módszerek megismerésére. Nyitott és fogékony a tárgy keretében szerzett ismereteinek gyakorlatban történő alkalmazására.

Autonómia és felelősség:

Tisztában van az algoritmikus gondolkodás fontosságával. Megszerzett tudásának birtokában önállóan választja meg a leghatékonyabb módszereket és algoritmusokat az adott problémák megoldásához Reálisan ítéli meg a mesterséges intelligencia területén megszerzett gyakorlati tudásának mértékét.

A kurzus tartalma, témakörei

A matematikai logika alapjai. A mesterséges intelligencia kutatási területei, módszerei. Problémák reprezentálása állapottéren, példák állapottér-reprezentációkra. Gráfreprezentáció. A megoldást kereső rendszerek felépítése, csoportosítása. Nem módosítható stratégiák. Backtrack algoritmus. Gráfkereső eljárások: szélességi, mélységi, optimális keresések. Heurisztikus gráfkeresők: a best-first és az A algoritmusok. Kétszemélyes játékok, ábrázolásuk játékfával. A nyerő stratégia létezése. A minimax eljárás, az alfa-béta vágás. Problémaredukciós feladatmegoldás, reprezentálása ÉS/VAGY gráffal. A megoldás keresése ÉS/VAGY gráfokban. Keresési stratégiák ÉS/VAGY gráfban: szélességi, mélységi, AO algoritmus.

Introduction to mathematical logic. Research questions and methods of artificial intelligence. Representing problems in state space, examples to state space representations. Graph representations. Types and structure of systems searching for a solution. Non-modifiable strategies. Backtrack algorithm. Graph algorithms: breadth-first search, depth-first search and optimal search. Heuristic graph search algorithms: best-first and A algorithms. Two-player games and their representation by a game-tree. Existence of a winning strategy. Minmax procedure, alpha-beta cut. Problem reduction, representation by AND/OR graph. Looking for a solution in AND/OR graphs. Searching strategies in AND/OR graphs: breadth-first, depth-first, AO algorithms.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A gyakorlati feladatok megoldásához szükséges elméleti anyag frontális munkával történő összefoglalása. A gyakorlati feladatok önálló, illetve oktatóval közös megoldása.

Értékelés

Zárthelyi dolgozatok.

Kötelező olvasmány:

-

Ajánlott szakirodalom:

Futó Iván (szerk.): Mesterséges intelligencia, Aula Kiadó, 1999.

S. J. Russell, P. Norvig: Mesterséges intelligencia modern megközelítésben, Panem-Prentice Hall, 2000.

Kósa Márk, Várterész Magda: A mesterséges intelligencia alapjai, Debreceni Egyetem, 2003.

Heti bontott tematika	
1. hét	A matematikai logika alapjai. TE: A hallgató képessé válik alapvető matematikai logikai feladatok megoldására.
2. hét	Állapottér-reprezentáció megadása. TE: A hallgató képessé válik egyszerű problémák állapottér-reprezentációjának megadására.
3. hét	Állapottér-reprezentáció megadása. TE: A hallgató képessé válik összetett problémák állapottér-reprezentációjának megadására.
4. hét	Állapottér-reprezentáció megadása. TE: A hallgató képessé válik összetett problémák állapottér-reprezentációjának megadására.
5. hét	Visszalépéssel megoldást kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni a backtrack algoritmust alapváltozatát.
6. hét	Visszalépéssel megoldást kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni a backtrack algoritmus úthosszkorlátos változatinak egyikét, az ág és korlát algoritmust.
7. hét	1. zárthelyi dolgozat. TE:
8. hét	Keresőfával megoldást kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni a szélességi és mélységi kereső algoritmusokat.
9. hét	Keresőfával megoldást kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni az optimális kereső algoritmust.
10. hét	Heurisztikus keresőfával kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni a best-first algoritmust.
11. hét	Heurisztikus keresőfával kereső algoritmusok. TE: A hallgató képessé válik alkalmazni az A algoritmust.
12. hét	Kétszemélyes játékok. Lépésajánló algoritmusok. TE: A hallgató képessé alkalmazni a minimax algoritmust és az alfa-béta vágást kétszemélyes játékok kapcsán.
13. hét	Problémaredukciós feladatmegoldás.

	TE: A hallgató képessé válik alkalmazni a problémaredukcióval reprezentált feladatok megoldáskereső módszereit ÉS/VAGY fák esetén.
14. hét	2. zárthelyi dolgozat. TE:

I.3. A képzési folyamat jellemzői

Az adott képzésben alkalmazni tervezett **oktatási-tanulási, tanulás-támogatási eszköztár, módszertan**, eljárások **bemutatása**

A képzés eszköztár és módszer terén a klasszikus alapokon nyugszik (tantermi előadások és kis létszámú gyakorlatok). Az alapozó tárgyak mindegyikéhez bőséges segédanyag áll rendelkezésre az Intézet könyvtárában vagy megbízható internetes oldalakon. Számos esetben ezeket az előadást követő jegyzeteket vagy példatárakat kollégáink írták. Minden oktató heti két alkalommal egy óra időtartamban fogadóórát tart, melyeken a hallgatók egyéni igény szerint újabb vagy további magyarázatot kaphatnak a elhangzottakhoz. A hallgatók kérésére az évközi írásbeli számonkérések előtt külön konzultációt tartunk. Egyre jelentősebb szerepet vállal az eredményes felkészülés biztosításában öntevékeny csoportunk, a Thalész-kör. Ennek vezetői doktoranduszok, köztársasági ösztöndíjasok és demonstrátorok, akik a legtöbb esetben maguk is vezetnek gyakorlatot. Készséggel vállalják hallgatótársaik folyamatos és megbízható szakmai felkészítését. Nagyban segíti a számonkérés és felkészülés eredményességét az oktatók személyes honlapján közzétett tantárgyi tájékoztatók. Ezek ugyanis, az adott előadás vagy gyakorlat alapadatai, számonkérésének feltételei és dátummal adott időpontjai mellett tartalmazzák a segédanyagok pontos könyvtári adatait illetve internetes elérhetőségeit, a tételsort, valamint a mintafeladatsorokat.

Az **értékelés és ellenőrzés** általános és sajátos módszerei, eljárásai és szabályai *(átfogó áttekintés)*
A **záróvizsga** szerkezete, tartalma, tematikája – az általános jellemzőkön túli esetleges sajátosságok, adaptálás, alkalmassá tétel az adott szakon előírt kompetenciák elsajátításának megfelelő ellenőrzésére

A számonkérési módszerek túlnyomó részben a szokásosak, azaz szóbeli vagy írásbeli vizsgáztatás, zárthelyi dolgozatok íratása és beadandó dolgozatok. A gyakorlatokon írásbeli számonkérés történik, amelyek időpontjait a félév elején ismertetjük. A gyakorlatokat általában 60% teljesítéséhez kötjük, ám ehhez hozzájárulhat az órai munka értékelése. A szorgalmi időszak végén lehetőséget biztosítunk a gyakorlati jegy javítására, még az elégtelentől különböző érdemjegyek esetén is. Indokolt esetben az oktató és az oktatási felelős külön engedélyével igénybe vehető még egy javítási alkalom. Ezen az alkalmon egy, az egész félév anyagát felölelő dolgozat megírására kerül sor, melynek értékelési szempontjait az oktató határozza meg. Minden gyakorlatnak állandó eleme az előző gyakorlaton kiadott, önálló munkát igénylő feladatok ellenőrzése. E feladatok nagyrészt rutinpéldák, amelyek a megírandó dolgozatok anyagát hivatottak elsajátíttatni. Azonban kisebb részben, különösen az úgynevezett kiemelt csoportok esetében, komolyabb felkészülést feltételező, kiselőadás formájában elhangzó ismeretanyag. A vizsgák történhetnek szóban vagy írásban. Mivel a legtöbb gyakorlat saját érdemjeggyel zárul, ezért a vizsga értékelésekor azt nem vesszük figyelembe. Az aláírással záruló gyakorlatok esetében kiemelkedő szakmai teljesítmény esetén az oktató vizsgajegyet ajánlhat meg. A vizsgáztatásokon ügyelünk arra, hogy a tényanyag tudása mellett fölmérjük a hallgatók önálló gondolkodási készségét. Amennyiben a teljesítés szükséges feltételét bizonyos tételek és definíciók ismeretéhez kötjük, úgy e tételeket és definíciókat a tételsorban másképpen szedjük. Ritkábban alkalmazzuk azt a módszert is, hogy korábbi előadás anyagát kiselőadás formájában összefoglalhatja az erre vállalkozó hallgató. A kiselőadást az oktató értékeli és beszámítja a vizsgajegybe.

A záróvizsga szóbeli vizsga, melyet a Matematikai Intézet igazgatója által kijelölt, a Természettudományi és Technológiai Kar vezetése által jóváhagyott záróvizsga bizottság előtt kell letenni. A záróvizsga mindkét specializáció esetén ugyanazon formában kerül lebonyolításra. A záróvizsga tételei a szakmai törzsanyag és a hallgató specializációjának megfelelő kötelező tárgyak anyagát ölelik fel. A tételsor ennek megfelelően két részből áll: a törzsanyag tételekből és a specializáció tételekből. A vizsgázó a teljes tételsorból egy tételt húz, felkészülési időt követően ebből felel. Ezután a másik csoportba tartozó egyik tételből ad a bizottság egy kisebb fejezetet, melyet külön felkészülési idő biztosítása után kér számon. A bizottság a záróvizsga feleletet egy jeggyel értékeli.

A szak hallgatóinak felkészülési lehetőségei **továbblépésre** a **doktori képzésbe**
A **tehetséggondozás** kialakult intézményi/kari gyakorlata, módjai,
(esetleg) az adott képzésben **tervezett további sajátosságok**

Intézetünk adja a szakmai és tudományos hátterét a Matematikai és Számítástudományi Doktori Iskolának, mely 70 oktatóval, 20 témakiíróval, 17 témavezetővel és 8 törzstaggal rendelkezik. Mindhárom diszciplináris szak olyan ismeretanyagot nyújt, amely megfelelő szakmai alapot szolgáltat az esetleges doktori tanulmányok folytatásához is. Ehhez nagyban hozzájárult a 2017-től bevezetni kívánt, valamennyi diszciplináris szakunkat érintő átfogó tantervi reform.

A doktori képzést leginkább a matematikus mesterszak alapozza meg. Ennek egyik legfontosabb oka

természetesen maga az ismeretanyag, amelybe igyekeztünk a jól képzett matematikus tudásához nélkülözhetetlen klasszikus tudás mellé a korszerű vívmányokat is beleágyazni. A másik fontos ok, hogy számos tárgy esetén nyitott problémákat, kutatási lehetőségeket is bemutatunk. Ezzel próbáljuk hallgatóinkat önálló gondolkodásra nevelni, problémafölvető és problémamegoldó képességekkel fölruházni. Az alkalmazott matematikus szakot nem tekintjük a doktori iskola elsődleges beiskolázási forrásának. Azonban számukra is nyitott a doktori tanulmányok folytatása, hiszen a megfelelő szakmai alapokkal és képességekkel ekkorra már rendelkeznek. E képességek birtokában pedig a későbbi kutatásokhoz szükséges ismeretanyagot könnyen meg tudják szerezni. További segítséget nyújt az esetleges doktori tanulmányokhoz a tehetséggondozás számos módja is.

Intézetünk rendszeres és kiterjedt tehetséggondozást végez nemcsak a már beiskolázott hallgatók körében, hanem a középiskolások számára is. A tehetséggondozás részben önerőből, részben pedig a Kar illetve a Debreceni Egyetem által e célt szolgáló szervezetei és rendezvényei segítségével történik az alábbiak szerint.

Tehetséggondozás középiskolás diákoknak:

1. Előadások középiskolásoknak. Fontosnak tartjuk mind a matematika, mind pedig az Intézet és a Kar népszerűsítését a középiskolások körében. E célt részben a nekik szánt előadásokkal valósítjuk meg. Az előadások címe és rövid leírása megtalálható a honlapunkon. Az igényeket jól mutatja, hogy rendszeres felkéréseket kapunk debreceni és vidéki középiskolákból.

2. Regionális szakkörök. Intézetünk két versenyt koordinál: a Református Iskolák Országos Versenyét és a Hajdú-Bihar Megyei Matematika Versenyt. Ezekre és egyéb országos versenyekre biztosít felkészítést az ősszel induló, 12 foglakozást felölelő sorozat. Két alkalmanként egy-egy témakör kerül feldolgozásra környékbeli középiskolai tanárok bevonásával. Ezért a szakkör nemcsak a diákokkal, hanem a tanárokkal és középiskolákkal való élő kapcsolattartás eszköze.

3. Emelt szintű érettségi előkészítők. A foglakozások télen indulnak, és teljesen hasonlóan szerveződnek, mint a szakkörök. Célkitűzéseiben is ugyanazokat az elveket próbáljuk megvalósítani.

4. Egyetemi és kari rendezvények. Kutatók Éjszakája, TTK Nyári Táborok.

Tehetséggondozás saját hallgatóinknak:

1. Kiemelt csoportok. Az elsőéves hallgatók a félév elején szintfelmérő dolgozatot írnak, amelyről előzetesen tájékoztatást kapnak. A dolgozat eredménye alapján a legjobbakat külön csoportba soroljuk. A számonkérések mindenütt egyformák és kiszámíthatók (mintafeladatsorokat teszünk közzé). Azonban a kiemelt csoport tagjai olyan ismereteket is elsajátítanak az adott tárgyakból, amelyek a később akár kutatási téma alapjául szolgálhatnak.

2. Maróthi György Emlékverseny. Az első és másodéves hallgatók 2012 óta vehetnek részt intézeti háziversenyen. A verseny feladatai csupán középiskolás tudást igényelnek, a legjobbak pénzdíjazást kapnak. Az ünnepélyes eredményhirdetésen lehetőséget biztosítunk arra, hogy a megoldásokat a megoldók ismertessék.

3. Matematikus Tudományos Diákkör. A kutatómunkát végző hallgatóink rendszeres résztvevői a Kari Tudományos Diákköri Konferenciáknak. Eredményeiket itt rendszeresen ismertetik, és a legjobbak az Országos Tudományos Diákköri Konferenciákon is előadnak.

4. Kari és egyetemi ösztöndíjak, szerveződések. A legkiválóbb hallgatóink személyes témavezetés mellett a DETEP keretében végzik kutatómunkájukat, részt vehetnek az ERASMUS program keretében külföldi tanulmányutakon. Lehetőségük van kiemelt szakmai ösztöndíj keretében a Tanszékek oktató-kutató munkáját segíteni. Számos díj (Dékáni Dicséret, TTK Emlékérem) formájában külön elismerést kaphatnak tanulmányaik végeztével.

5. Személyes témavezetés. Nem csupán szakdolgozat és diplomamunka elkészítését segíti a rendszeres és személyes konzultáció, hanem a DETEP, TDK során is (lásd föntebb).

6. Tanszékek támogatása. A tehetséges hallgatók többnyire valamelyik Tanszékhez csatlakoznak kutatómunkájuk során. Munkájukat tanszéki szemináriumok keretében bemutathatják, a legkiválóbbak részt vehetnek hazai vagy nemzetközi tudományos konferencián is. E konferenciák jellemzően az egyes Tanszékek tudományos kapcsolatrendszerének köszönhetők.

7. Faragó Tibor Díj. A névadó családja által gondozott, legkiválóbb tanárszakos hallgatóinknak adományozható díjunk. Az elismerő oklevelet és az ezzel járó jelképes ajándékot a család jelenlétében, ünnepélyes keretek között veheti át a jelölt.

8. Thalész kör. A nemrég újraszerveződött Thalész-kör részben a tehetséges hallgatók felkarolását is szolgálja. Ezt részben meghívott előadókkal, részben pedig a kutatómunkát végző hallgatóink fölkérésével kívánják megvalósítani.

Az előírt kimeneti **szakmai kompetenciák** és a megszerzésüket biztosító **ismeretkörök, tantárgyak egymáshoz rendelése, áttekintő összegzése**

kialakítandó szakmai kompetenciák *(KKK 8. pont, tudás, képesség ….)*	**ismeretkörök/ tantárgyak**
Tudás	
Rendszerszinten és összefüggéseiben ismeri a matematika tudományának módszereit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Funkcionálanalízis Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Többváltozós statisztika
Összefüggéseiben ismeri az alkalmazott matematika eredményeit az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén. .	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Funkcionálanalízis Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Többváltozós statisztika
Ismeri az alkalmazott matematika különböző részdiszciplínái közötti mélyebb, átfogóbb kapcsolatokat, egymásra épülésüket.	Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Játékelmélet Funkcionálanalízis Véges geom. és kódelmélet Funkcionálanalízis
Ismeri az absztrakt matematikai gondolkodást, az absztrakt matematikai fogalmakat.	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás

	Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Többváltozós statisztika Funkcionálanalízis Modern differenciálgeom.
Ismeri az alkalmazott matematikai modellek megalkotásához és szimulálásához szükséges informatikai, számítástechnikai ismeretanyagot.	Matematikai algoritmusok Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Kriptográfia és adatbizton. Információelmélet Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Ismeri a differenciálegyenletek, a közelítő számítások elméletének alapjait és ezek legfontosabb alkalmazásait természeti, műszaki és gazdasági jelenségek modellezésében.	Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Fourier-sorok
Ismeri a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika modern elméletének alapjait.	Valószínűségelmélet Sztochaszt. folyamatok Többváltozós statisztika
Ismeri a kódoláselmélet és kriptográfia alapjait, a gyakorlatban legelterjedtebb kódok és titkosírások elméleti hátterét és alkalmazhatóságát.	Kriptográfia és adatbizton. Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Algebrai kódelmélet
Ismeri a kiszámíthatósági kérdések elméleti hátterét.	Matematikai algoritmusok Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése
Ismeri a legfontosabb matematikai és statisztikai szoftverek használatát és azok matematikai hátterét, alkalmazhatóságuk korlátait.	Matematikai algoritmusok Többváltozós statisztika Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Ismeri az algoritmuselmélet, bonyolultságelmélet szakterületét.	Matematikai algoritmusok Algoritmuselmélet
Rendelkezik a számítógépes problémák modellezéséhez, innovatív megoldásaihoz szükséges tudással.	Matematikai algoritmusok Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése
Mikro- és makroökonómiai, valamint pénzügyi alapismeretekkel rendelkezik.	Pénzügyi alapok Mikroökonómia Makroökonómia Opcióértékelés Ökonometria Számvitel
Ismeri a sztochasztikus jelenségek, folyamatok modellezésének eljárásait.	Sztochaszt. folyamatok Idősorok elemzése
Tisztában van a sztochasztikus és pénzügyi folyamatok, idősorok, a kockázati folyamatok, az életbiztosítás és a nem-életbiztosítás matematikai elméletével.	Sztochaszt. folyamatok Többváltozós statisztika Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése

Ismeri a pénzügyi folyamatok, biztosítási kérdések matematikai elemzéseit, modelljeit.	Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika
Képesség	
Képes a matematika tudományának módszereit alkalmazni az algoritmuselmélet, az alkalmazott analízis, a diszkrét matematika, az operációkutatás, a valószínűségszámítás és a matematikai statisztika területén.	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Funkcionálanalízis Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Többváltozós statisztika
Képes a környező világban adódó jelenségek matematikai modelljeinek megalkotására, a modern matematika eredményeinek felhasználására a jelenségek megmagyarázása, leírása érdekében.	Operációkutatás Valószínűségelmélet Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Játékelmélet Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Algor. és adatstr. tervezése Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Mesterséges intelligencia
Képes a gyakorlati életben megfigyelhető összefüggések absztrakt szinten történő megragadására.	Operációkutatás Valószínűségelmélet Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Játékelmélet Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Algor. és adatstr. tervezése Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Mesterséges intelligencia
Képes a matematika alkalmazási területein megszerzett ismereteit alkotó módon kombinálni és felhasználni az élő és élettelen természetben, a műszaki és informatikai világban, a gazdasági és pénzügyi életben felmerülő problémák megoldásában.	Operációkutatás Valószínűségelmélet Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Opcióértékelés Pénzügyi matematika I.

	Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Játékelmélet Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Információelmélet Mesterséges intelligencia
Képes a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő bonyolult rendszerek áttekintésére, matematikai elemzésére és modellezésére, döntési folyamatok előkészítésére.	Operációkutatás Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Többváltozós statisztika Opcióértékelés Idősorok elemzése Algor. és adatstr. tervezése
Képes a problémák belső törvényszerűségeinek megértésére, feladatok megtervezésére és magas szintű végrehajtására.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Többváltozós statisztika
Képes a gyakorlati életben adódó döntéshelyzetek mögött esetlegesen rejlő optimalizációs problémák megfogalmazására, az azokból levonható következtetések nem-szakemberek számára való kommunikációjára.	Operációkutatás Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás
Képes a számítástechnika eszközeinek felhasználásával a természetben, a műszaki és gazdasági életben felmerülő számítási feladatok elvégzésére.	Matematikai algoritmusok Többváltozós statisztika Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Kriptográfia és adatbizton. Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Képes a nagy számításigényű, illetve nagy tárkapacitású feladatok felismerésére, alternatív megközelítések elemzésére.	Matematikai algoritmusok Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése
Képes a matematikai eredmények, érvelések és az azokból származó következtetések világos bemutatására, a magyar és idegen nyelvű (angol) szakmai kommunikációra.	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok

	Funkcionálanalízis Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Többváltozós statisztika
Képes a matematikai szakterület problémáit szakemberek és laikusok számára egyaránt szakszerűen megfogalmazni.	Bev. a modern algebrába Operációkutatás Fejezetek a geometriából Valószínűségelmélet Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Funkcionálanalízis Algoritmuselmélet Algor. és adatstr. tervezése Többváltozós statisztika
Attitűd	
Törekszik az alkalmazott matematika új eredményeinek megismerésére.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok Többváltozós statisztika
Törekszik az alkalmazott matematika eredményeinek minél szélesebb körű alkalmazására.	Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Algebrai kódelmélet Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Törekszik arra, hogy megszerzett alkalmazott matematikai ismeretei segítségével megkülönböztesse a szakterületén a tudományosan megalapozott és a kellően alá nem támasztott állításokat.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
Törekszik az alkalmazott matematika modern alkalmazási lehetőségei közötti további összefüggések meglátására, a felismert összefüggéseinek szintézisére és azok magas szintű, a tudománya eszközeivel megalapozott értékelésére.	Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése

	Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Algebrai kódelmélet Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Nyitott és fogékony az alkalmazott matematika területén elsajátított gondolatmenetek, módszerek, fogalmak új alkalmazási területeken való felhasználására, új eredmények elérésére.	Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Algebrai kódelmélet Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia
Folyamatosan törekszik ismeretei bővítésére, új matematikai kompetenciák megszerzésére.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
Autonómia és felelősség	
Felelősen, önkritikusan és reálisan ítéli meg az alkalmazott matematikai területén megszerzett tudásának mértékét.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
Megszerzett kritikai gondolkodásmódja és rendszerszerű gondolkodása révén felelősen vesz részt csoportmunkában, működik együtt akár más szakterületek képviselőivel.	Opcióértékelés Pénzügyi matematika I. Pénzügyi matematika II. Biztosítási matematika Idősorok elemzése Kombinatorika és alkalm. Adatbányászat WWW és hálózatok mat. Formális nyelvek és aut. Véges geom. és kódelmélet Információelmélet Algebrai kódelmélet Diszk. módsz. képfeld. Mesterséges intelligencia Pénzügyi alapok Mikroökonómia Makroökonómia Játékelmélet Ökonometria

	Számvitel
Magas szintű alkalmazott matematikai ismeretei birtokában önállóan választja meg az egyes alkalmazási problémák megoldása során használható módszereket, eljárásokat.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
Tudományos kutatásai, illetve a matematika alkalmazásai során fontosnak tartja, hogy azokat a legmagasabb etikai normák figyelembe vételével végezze.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
Tisztában van egyfelől a matematikai gondolkodás, a precíz fogalomalkotás fontosságával, másfelől a matematika alkalmazása során adódó modellek korlátaival, így véleményét ezek figyelembe vételével alakítja ki.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok
A matematika alkalmazása során a megszerzett ismeretei alapján kialakított véleményét felelősen képviseli.	Véges testek és alkalm. Gráfelmélet és alkalm. Matematikai algoritmusok Konvex optimalizálás Diszkrét optimalizálás Fourier-sorok Köz. diff.egyenletek alk. Parciális diff.egyenletek Sztochaszt. folyamatok

Hallgatói tájékoztatás: a kidolgozott **intézményi tájékoztató** kiadvány internetes elérhetősége (**link**):
http://mat.unideb.hu/oktatas/nappali-tagozatos-kepzes/informaciok.html

A nemzetközi hallgatói mobilitásra felhasználható időszak, mobilitási ablak betervezése, a tantervhez illesztése

I.4. Idegen nyelven (is) tervezett képzés esetén kitöltendő (csatolandó):

- a *tantervi táblázat* (**I.1**) és a *tantárgyak leírása* (**I.2**) az előzőek szerint az **adott idegen nyelven**
- esetleges *eltérések* a magyar nyelvű képzéstől, ezek indokolása.

II. A KÉPZÉS SZEMÉLYI FELTÉTELEI

II. 1. A szakfelelős és a szakirány / specializáció felelősök

Felelősök neve és a felelősségi típus ***szf*: *szakfelelős*, *szif:* *szakirányfelelős a szakiránya megadásával*, *spec.f*: *specializáció felelőse*[23], *a specializációja megadásával***		tud. fokozat /cím **(PhD/DLA/ CSc/ DSc/akad.)**	munkakör **(e/f tan/ e/f doc.)**	FOI-hez tartozás és munkaviszony típusa ***(AT,*** spec.f. lehet ***AR)***	más vállalt szakfelelősség *(pl.**B, tM**)* /szakirány-felelősség (szif esetében pl. ***B/M*)**	**az ismeretanyag** *(ismeretkör(ök) / tantárgy(ak))* **összkreditértéke** amelyeknek **felelőse** a *szakon* / összesen az *intézményben*
Dr. Pintér Ákos	szf	DSc		***AT***		4/29
Dr. Bérczes Attila	pü. mat. spec.f	DSc		***AT***		10/25
Dr. Pintér Ákos	szám. tud. spec.f.	DSc		***AT***		4/29

II.2. Az oktatói kör: Tantárgylista – tantárgyak felelősei, oktatói

a képzés tanterv szerinti ISMERETKÖREI / TANTÁRGYAI	**a képzés oktatói – felelősök és további bevont oktatók**						
	Oktató neve (több oktató esetén, valamennyi oktató feltüntetése mellett a tantárgy blokkjában a **tantárgy felelőse** legyen **az első helyen**	**tud. fok.** /cím (PhD/ DLA/ CSc/ DSc/ akad.)	**munkakör** (ts. / adj./ mo./ e/f doc./ e/f tan./ tud. mts./ egyéb)	**FOI-hez tartozás** és munka-viszony típusa ***(AT/AR/ AE/V)***	**részvétel** (részben vagy egészben) elméleti **I/N**	gyak.-i **I/N**	**az ismeretanyag** *(ismeretkör(ök) / tantárgy(ak))* **összkreditértéke** amelyeknek **felelőse** a *szakon* /összesen az *intézményben*
					ismeret átadásában		
az alapozó ismeretek tantárgyai - oktatói							
Bevezetés a modern algebrába	Dr. Horváth Gábor	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/19
	Dr. Pongrácz András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/25
Fejezetek a geometriából	Dr. Kozma László	PhD	e. docens	***AT***	I	I	5/26
	Dr. Figula Ágota	PhD	e. docens	***AT***	I	I	0/21
Operációkutatás	Dr. Mészáros Fruzsina	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/23
	Dr. Burai Pál	PhD	e. docens	***AT***	I	I	0/21
Valószínűségelmélet	Dr. Fazekas István	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	5/25
	Dr. Baran Ágnes	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	0/18
a törzsanyag tantárgyai - oktatói							
Pénzügyi matematika specializáció kötelező tárgyai							
Többváltozós statisztika	Dr. Baran Sándor	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/18
	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
Opcióértékelés	Dr. Gáll József	PhD	e. docens	***AT***	I	I	13/18
Pénzügyi matematika 1.	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
	Dr. Gáll József	PhD	e. docens	***AT***	I	I	13/18
Pénzügyi matematika 2.	Dr. Gáll József	PhD	e. docens	***AT***	I	I	13/18
	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
Biztosítási matematika	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
	Dr. Gáll József	PhD	e. docens	***AT***	I	I	13/18

Idősorok elemzése	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
	Dr. Terdik György	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	0/0
Pénzügyi alapok	Dr. Gáll József	PhD	e. docens	***AT***	I	I	13/18
Mikroökonómia	Dr. Kapás Judit	PhD	e. tanár	***AT***	I	I	5/28
Makroökonómia	Dr. Czeglédi Pál	PhD	e. docens	***AT***	I	I	5/29
Számítástudomány specializáció kötelező tárgyai							
Adatbányászat	Dr. Baran Sándor	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/18
WWW és hálózatok mat.	Dr. Tengely Szabolcs	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/24
	Dr. Bazsó András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	0/15
Formális nyelvek és aut.	Dr. Horváth Gábor	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/19
	Dr. Pongrácz András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/25
Algoritmuselmélet	Dr. Pongrácz András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/25
	Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	***AT***	I	I	10/25
Algor. és adatstr. tervezése	Dr. Hajdu Lajos	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	15/33
	Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	***AT***	I	I	10/25
Kriptográfia és adatbiztonság	Dr. Tengely Szabolcs	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/24
	Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	***AT***	I	I	10/25
Véges geom. és kódelmélet	Dr. Szilasi Zoltán	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/15
	Dr. Figula Ágota	PhD	e. docens	***AT***	I	I	0/21
Információelmélet	Dr. Pintér Ákos	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	4/29
	Dr. Bazsó András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	0/15
Diszkrét matematika és algoritmuselmélet sáv tárgyai							
Véges testek és alkalm.	Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	***AT***	I	I	10/25
	Dr. Horváth Gábor	PhD	e. docens	***AT***	I	I	10/19
Gráfelmélet és alkalm.	Dr. Nyul Gábor	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	15/21
Matematikai algoritmusok	Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	***AT***	I	I	10/25
	Dr. Bazsó András	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	0/15
Operációkutatás sáv tárgyai							
Konvex optimalizálás	Dr. Bessenyei Mihály	PhD	e. docens	***AT***	I	I	5/30
	Dr. Páles Zsolt	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	5/25
Diszkrét optimalizálás	Dr. Nyul Gábor	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	15/21
Alkalmazott analízis sáv tárgyai							
Fourier-sorok	Dr. Gát György	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	4/24
Közönséges diff. egyenletek alk.	Dr. Novák-Gselmann Eszter	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/20
	Dr. Lovas Rezső	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	0/11

Parciális diff. egyenletek	Dr. Fazekas Borbála	PhD	e. tanársegéd	***AT***	I	I	5/17
	Dr. Novák-Gselmann Eszter	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/20
Sztochasztikus folyamatok sáv tárgyai							
Sztochasztikus folyamatok	Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	***AT***	I	I	17/23
A pénzügyi matematika specializáció választható tárgyai							
Játékelmélet	Dr. Boros Zoltán	PhD	e. docens	***AT***	I	I	5/18
Ökonometria	Dr. Balogh Tamás László	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	4/8
Számvitel	Dr. Tóth Kornél	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/9
A számítástudomány specializáció választható tárgyai							
Algebrai kódelmélet	Dr. Pink István	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/23
Diszk. módsz. képfeld.	Dr. Hajdu Lajos	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	15/33
Mesterséges intelligencia	Dr. Hajdu Lajos	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	15/33
	Dr. Pink István	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	5/23
Egyéb szakmai választható tárgyak							
Funkcionálanalízis	Dr. Páles Zsolt	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	5/25
	Dr. Gát György	DSc	e. tanár	***AT***	I	I	4/24
Modern differenciálgeometria	Dr. Tran Quoc Binh	PhD	tud. főmunkatárs	***AT***	I	I	5/13
	Dr. Muzsnay Zoltán	PhD	e. docens	***AT***	I	I	0/30
Kombinatorika és alkalmazásai	Dr. Nyul Gábor	PhD	e. adjunktus	***AT***	I	I	15/21

II.3. Összesítés az oktatói körről

a képzés **tantárgyainak száma** *(a szabadon választhatók nélkül!)* **felkínált** *(= köt.+köt. vál.)* **/ felveendő**	az **intézményben folyó** képzésben résztvevő **összes oktató** száma	az összes oktatóból **tantárgy-felelős**	oktatók **minősítettsége**		**FOI-hez tartozás és munkaviszony típusa**				**munkaköri beosztás**					
			PhD/ CSc DLA	**DSc**	***AT***	***AR***	***AE***	***V***	**ts. / adj.**	**docens**		**tanár**		**egyéb**
										f.	**e.**	**f.**	**e**	
39/20	**33**	**26**	**26**	**7**	**26**				**12**		**13**		**7**	**1**

II.4. Az oktató személyi-szakmai adatai

Név: Pintér Ákos	**születési év: 1967**
felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve	
okleveles matematikus, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1991	
jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!	
Debreceni Egyetem, egyetemi tanár	
tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**, tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dá megjelölésével), egyéb címek)	
MTA doktora (DSc), matematika, 2011	
az **eddigi oktatói tevékenység**	
oktatott tárgyak: alkalmazott matematika vegyészeknek, biológusoknak, bevezetés az algebrába és számelméletbe, algebra, számelmélet, diofantikus egyenletek oktatási tapasztalat: 28 év >5 év angol nyelvű oktatási tapasztalat a Debreceni Egyetem külföldi hallgatóinak	
az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata	

a) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

Bennett MA, Pinter A, Intersections of recurrence sequences, PROCEEDINGS OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY 143: pp. 2347-2353. (2015).
Hajdu L, Pinter A, Tengely Sz, Varga N, Equal values of figurate numbers, JOURNAL OF NUMBER THEORY 137: pp. 130-141. (2014).
Bilu Yu F, Fuchs C, Luca F, Pinter A, Combinatorial Diophantine equations and a refinement of a theorem on separated variables equations, PUBLICATIONES MATHEMATICAE-DEBRECEN 82:(1) pp. 219-254. (2013).

Grenczer M, Zsuga J, Majoros L, Pinter A, Kemeny-Beke A, Juhasz B, Tosaki A, Gesztelyi R
Effect of asymmetry of concentration-response curves on the results obtained by the receptorial responsiveness method (RRM): an in silico study
CANADIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY 88:(11) pp. 1074-1083. (2010)

Grenczer M, Pinter A, Zsuga J, Kemeny-Beke A, Juhasz B, Szodoray P, Tosaki A, Gesztelyi R
The influence of affinity, efficacy, and slope factor on the estimates obtained by the receptorial responsiveness method (RRM): a computer simulation study
CANADIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY 88:(11) pp. 1061-1073. (2010)

b) további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

Témavezetőként elnyert projektek:

- Kutatási projekt a felsőoktatásban, 2001-2003, No. 66
- OTKA, 2001-2004, F34981

- OTKA, 2005-2008, T48791
- OTKA, 2009-2012, K75566
- Osztrák-Magyar Akció Alapítvány, 2009-2010, 75öu1
- Osztrák-Magyar Akció Alapítvány, 2010-2011, 80öu6
- TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0098, 2011-2013
- kutatócsoport-vezető, 2012-2017, MTA-DE Egyenletek, függvények, görbék Kutatócsoport
- kutatócsoport-vezető, 2017-2022, MTA-DE Egyenletek, függvények, görbék Kutatócsoport

c) az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

megosztott Akadémiai Díj, 2017, Magyar Tudományos Akadémia

Név: Dr. Bérczes Attila	**születési év: 1972**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, matematika tanár, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1996
Okleveles angol-magyar szakfordító, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1999

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika, 2001);
dr. habil. cím (matematika, 2009);
MTA doktora cím (matematika, 2017).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1994-től, doktoranduszként 1996-tól, oktatóként 1999-től folyamatosan részt veszek az oktatásában és tananyag fejlesztésben.

Előadást tartottam a Diszkrét matematika I, II, Kriptográfia, Számelmélet, Komputeralgebra, Fejezetek az elemi számelméletből, Magma, Algoritmusok, Biomatematika, Algebrai számelmélet című tárgyakból.

Gyakorlatokat vezettem a Bevezetés az algebrába és számelméletbe, Számelmélet, Kombinatorika és gráfelmélet, Algebra I, II, Lineáris algebra I, II, Diszkrét matematika I, II, Kalkulus I, II, Matematika I, II, Kriptográfia, Valószínűségszámítás, Algebrai alapismeretek, Algoritmusok, Algebrai számelmélet című tárgyakból.

Oktatóként részt veszek a Debreceni Egyetem Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola munkájában is.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

1. Bérczes A, Evertse J-H, Győry K, C. Pontreau. Effective results for points on certain subvarieties of tori, Math. Proc. Cambridge Phil. Soc., 2009, 147: 69-94.
2. Bérczes A, Hajdu L, Pethő A. Arithmetic progressions in the solution sets of norm form equations, Rocky Mountain Math. J., 2010; 40: 383-396.
3. Bérczes A, Evertse J-H, Győry K. Multiply monogenic orders, Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze, 2013; 12: 467-497.
4. Bérczes A, Effective results for unit points on curves over finitely generated domains, Math. Proc. Cambridge Phil. Soc., 2015; 158: 331–353.
5. Bérczes A. Effective results for division points on curves in G_m^2, J. Théor. Nombres Bordeaux, 2015; 27: 405-437.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

b) 43 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;

c) 173 független idézet (MTMT szerint);

d) 56 angol nyelvű előadás nemzetközi konferencián vagy külföldi egyetem szemináriumán;

e) részvétel 9 OTKA pályázatban, 6 nemzetközi kutatási pályázatban, valamint 4 további hazai kutatási projektben;

f) 6 egyéni kutatási ösztöndíj;

g) Bsc, Msc, PhD témavezetés;

h) szerkesztői tevékenység (Communications in Mathematics, Ostrava)

i) bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;

j) referálói munka (Mathematical Rewievs, Zentralblatt);

k) versenyszervezés, feladatsor összeállítás;

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

a) Rényi Kató Díj, Bolyai János Matematikai Társulat, Budapest, 1996

b) TTK emlékérem, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1996

c) Rektori Dícséret, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1996

d) Grünwald Géza Emlékérem, Bolyai János Matematikai Társulat, Budapest, 2001

e) Öveges József Program ösztöndíja, NKTH, 2006-2007

f) Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj, Leideni kutatások támogatására, 2007

g) Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, Magyar Tudományos Akadémia, 2007-2010

h) Debreceni Egyetem Belső Kutatóegyetemi pályázata, Debreceni Egyetem, 2013-2016

i) Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, Magyar Tudományos Akadémia, 2014-2017

j) A DE rektorának elismerő oklevele, Debreceni Egyetem, 2014

k) Akadémiai díj, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2017

Név: Dr. Baran Sándor	**születési év: 1973**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, KLTE, 1995; Okleveles matematika tanár, angol-magyar szakfordító, KLTE, 1996.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

DE Informatikai Kar, Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék – egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (Matematika és számítástudományok) 2001; dr. habil, 2006.

az eddigi oktatói tevékenység

22 év oktatói gyakorlat magyar nyelven és 15 év angol nyelven

Magyar nyelven oktatott tárgyak
PhD képzés: Fejezetek a sztochasztikus folyamatok elméletéből, Többváltozós statisztikai módszerek, Sztochasztikus algoritmusok.
Mesterképzés: Alkalmazott statisztika, Haladó információ- és kódelmélet, Rendszerelmélet, Többváltozós statisztika.
Alapképzés: Diszkrét matematika, Információelmélet, Komputerstatisztika, Statisztika, Statisztika számítógéppel, Valószínűségszámítás.

Angol nyelven oktatott tárgyak:
Mesterképzés: Applied Mathematics, Applied Statistics, Stochastic Processes (JKU, Linz), Stochastic Algorithms (Heidelberg University).
Alapképzés: Information Theory, Probability Theory and Statistics.

2013. március 1. és augusztus 31.: vendégprofesszor a Heidelbergi Egyetem Alkalmazott Matematikai Inézetében.

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

  - Baran, S., K-optimal designs for parameters of shifted Ornstein-Uhlenbeck processes and sheets. *J. Stat. Plan. Inference* **186** (2017), 28-41. (IF: 0.858; Statistics and Probability: Q2)
  - Baran, S., Lerch, S., Log-normal distribution based EMOS models for probabilistic wind speed forecasting. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* **141** (2015), 2289–2299. (IF: 3.669; Atmospheric Science: D1)
  - Baran, S., Probabilistic wind speed forecasting using Bayesian model averaging with truncated normal components. *Comput. Stat. Data. Anal.* **75** (2014), 227–238. (IF: 1.400; Statistics and Probability: Q1)
  - Baran, S., Pap, G., Parameter estimation in a spatial unit root autoregressive model. *J. Multivariate Anal.* **107** (2012), 282–305. (IF: 1.063; Statistics and Probability: Q1)

- Norberg, T., Rosén, L., Baran, Á. and Baran, S., On modelling discrete geological structures as Markov random fields. *Math. Geol.* **34** (2002), no. 1, 63–77. (IF: 0.527; Earth and Planetary Sciences: Q1)

42 referált folyóiratban, valamint 6 konferencia kiadványban megjelent dolgozat, társszerzője egy egyetemi jegyzetnek, szerzője egy elektronikusan publikált példatárnak. 45 előadás (2 kiemelt plenáris és 6 meghívott) és két poszter nemzetközi konferencián. 169 független hivatkozás. Kumulatív impakt faktor: 28.205

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:

Elismerések:

XV. MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2015-2018;
XVI. MTA, Gyires Béla Díj, 2012
XVII. Debreceni Egyetem, Az Informatikai Kar Díja, 2006;
XVIII. MTA Bolyai Emléklap, 2005;
XIX. MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2002-2004;
XX. Bolyai János Matematikai Társulat, Farkas Gyula Díj, 2004;
XXI. Bolyai János Matematikai Társulat, Grünwald Géza Emlékdíj, 1999.

Név: Dr. Baran Ágnes	**születési év: 1972**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okl.matematikus , KLTE, 1995

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

DE Informatikai Kar

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika és számítástud.) 2007

az eddigi oktatói tevékenység

Numerikus módszerek/Numerikus matematika (PTI, GI hallgatóknak) (labor 1998-tól, ea 2007-től)

Numerikus analízis (matematikus hallgatóknak) (gyakorlat 1996-tól, előadás 2001-től)

Disztkét matematika (gyak. 2007-től)

Lineáris programozás

Játékelmélet (ea+gyak 2016-ban)

Neurális hálózatok (labor 2016-ban)

Statisztikus tanuló algoritmusok (labor, 2017-ben)

Valószínűségszámítás gyak. (1995-1998)

Matematika 2., 3. gyak.

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

G. Stoyan, A. Baran, *Elementary Numerical Mathematics for Programmers and Engineers*, Birkhäuser, 2016

Baran Á., Stoyan, G., *Gauss-Legendre elements: a stable higher order non-conforming finite element family*, Computing, **79.** , no. 1, 1-21, 2007.

Stoyan, G., Baran Á., *Crouzeix-Velte decompositions for higher order finite elements.* Comput. Math. Appl. **51.** , 967-986. , 2006

Stoyan, G., Strauber, G., Baran, Á., *Generalizations to discrete and analytical Crouzeix-Velte decompositions.* Numer. Linear Algebra Appl. **11.** no. 5-6, 565-590., 2004.

Salamon, P., Baran, A., Vertse T., Distributions of the S-matrix poles in Woods-Saxon and cut-off Woods-Saxon potentials, Nuclear Physics A, 952, 1-17, 2016

II. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:

Több, mint 20 év oktatói gyakorlat a numerikus matematika terén.

Egy angol nyelvű Numerikus matematika tankönyv a Birkhäuser kiadásában.

Egy hónapos kutatói ösztöndíj Göteborgban (Chalmers University of Technology, statisztikai modellezés, programfejlesztés, valós adatokra épülő optimalizációs feladat megoldása szimulált hűtéssel)

Név: **Dr. Barczy Mátyás**	**születési év: 1977**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2001.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** („dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika és számítástudományok, Debreceni Egyetem) 2006

dr. habil. cím (matematika és számítástudományok, Debreceni Egyetem) 2016

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1999-től, doktoranduszként 2001-tól, oktatóként 2004-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában előadások és gyakorlatok formájában: valószínűségelmélet, sztochasztikus folyamatok, matematikai statisztika, pénzügyi matematika, biztosítási matematika és információelmélet. Valószínűségelmélet, sztochasztikus folyamatok és pénzügyi matematika témakörökben több tananyagokat is készítettem.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - **M. Barczy and G. Pap: *Asymptotic properties of maximum likelihood estimators for Heston models based on continuous time observations*, Statistics 50 (2) (2016), 389-417.**
  - **M. Barczy, K. Körmendi and G. Pap: *Statistical inference for 2-type doubly symmetric critical irreducible continuous state and continuous time branching processes with immigration*, Journal of Multivariate Analysis 139 (2015), 92-123.**
  - **M. Barczy, L. Doering, Z. Li and G. Pap: *Stationarity and ergodicity for an affine two factor model*, Advances in Applied Probability 46 (3) (2014), 878-898.**
  - **M. Barczy, M. Ispány and G. Pap: *Asymptotic behavior of CLS estimators for unstable INAR(2) models*, Scandinavian Journal of Statistics 41 (4) (2014), 866-892.**
  - **M. Barczy and P. Kern: *Representations of multidimensional linear process bridges*, Random Operators and Stochastic Equations 21 (2) (2013), 159-189.**

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

[1] 39 publikáció referált folyóiratokban, 2 elfogadott cikk, 4 benyújtott cikk, 2 egyetemi tankönyv (magyarul);
[2] 154 független idézet (MTMT szerint);
[3] 27 előadás és 6 poszter;
[4] 3 három hónapnál hosszabb külföldi tanulmányút (Franciaország, Párizs és Kína, Peking);
[5] 3 BSc szakdolgozat és 1 MSc diplomamunka témavezetője, 1 OTDK dolgozat társtémavezetője;

[6] társszerzője 4 PhD és 1 MSc hallgatónak összesen 5 közös publikációban;
[7] 2007-től a Zentralblatt referáló folyóirat referálója;
[8] referáló több nemzetközi szakfolyóiratnál.

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség
  - 2016. szeptember-2017. január: 75141 számú Magyar Állami Eötvös Ösztöndíj 2016, Párizs, Franciaország.
  - 2014-2015: 55757 számú DAAD-MÖB kutatócsere pályázat résztvevője.
  - 2013. szeptember-2014. december: A2-MZPD-12-0168 számú Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj, Szeged.
  - 2012: Informatikai Kar Díja, Debreceni Egyetem, Informatikai Kar.
  - 2011-2014: 10-1-2011-0079 számú Magyar-Kínai Kormányközi TéT együttműködés résztvevője.
  - 2010. szeptember-2011. augusztus: OMFB-00610/2010 számú NKTH-OTKA-EU 7KP (Marie Curie akciók) által közösen finanszírozott 'MOBILITÁS' ösztöndíj.
  - 2008-2009: PT-07/2007 számú Magyar-Portugál Kormányközi TéT együttműködés résztvevője.
  - 2007: Bolyai János Matematikai Társulat Grünwald Géza díja.
  - 2005. július 18-23: EU Grant for The Young Statisticians Training Camp (STATCAMP), Oslo, Norvégia.
  - 2003. augusztus: „Research in Pairs" program az Oberwolfachi Matematikai Kutatóintézetben (Németország).
  - 2001: Bolyai János Matematikai Társulat Rényi Kató emlékdíjának I. fokozata.
  - 2001: OTDK I. Díj, XXV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Fizika, Földtudományok és Matematika szekció, Kombinatorika, gráfelmélet és valószínűségelmélet tagozat.
  - 2001: OTDK I. Díj, XXV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Fizika, Földtudományok és Matematika szekció, Analízis, geometria és topológia tagozat.

Név: Dr. Bazsó András	**születési év: 1983**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus (MSc), Debreceni Egyetem, 2006
Matematika tanár (MSc), Debreceni Egyetem, 2008

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika és számítástudományok, 2010)

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 2005-től, doktoranduszként 2006-tól, oktatóként 2009-től folyamatosan részt veszek az Algebra és Számelmélet Tanszéken folyó oktatási munkában és saját tárgyaim tananyag fejlesztésében. Oktatott tárgyak: Algebra, Kombinatorika és gráfelmélet, Számelmélet, Számelmélet II., Diszkrét matematika, Lineáris algebra, Gazdasági matematika és Kalkulus gyakorlatok, valamint Alkalmazott matematika, Biometria előadás és gyakorlat, továbbá Informatika alapjai és Matematikai és statisztikai programcsomagok laborgyakorlatok. Angol nyelvű tárgyak: Discrete Mathematics, College Discrete Mathematics, College Analysis és College Algebra.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - **A. Bazsó, A. Bérczes, K. Győry and Á. Pintér, On the resolution of equations of the form $Ax^n-By^n=C$ in integers x, y and n≥3, II, Publicationes Mathematicae Debrecen 76 (2010), 227-250.**
  - **A. Bazsó, Á. Pintér and H. M. Srivastava, A refinement of Faulhaber's theorem concerning sums of powers of natural numbers, Applied Mathematics Letters 25 (2012), 486-489.**
  - **A. Bazsó, D. Kreso, F. Luca and Á. Pintér, On equal values of power sums of arithmetic progressions, Glasnik Matematicki 47 (2012), 253-263.**
  - **A. Bazsó, On alternating power sums of arithmetic progressions, Integral Transforms and Special Functions, 24 (2013), 945-949**.
  - **A. Bazsó and I. Mező, On the coefficients of power sums of arithmetic progressions, Journal of Number Theory 153 (2015) 117-123.**
- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 9 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 26 független idézet (MTMT szerint);
  - 21 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
  - részvétel 2 kutatási pályázatban;

- BSc témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratokban;
- referálói munka (Mathematical Reviews, Zentralblatt für Mathematik);
- részvétel konferenciaszervezésben (29th Journées Arithmétique (JA 2015)).

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

a) TTK Emlékérem, Debreceni Egyetem TTK Tanácsa és Dékánja (2006)
b) „Az Év Hallgatói Tudományos Publikációja” Aranyérem, Debreceni Egyetem Tudományegyetemi Karok Tanácsa (2008)
c) Patai László Alapítvány Díja, Bolyai János Matematikai Társulat (2015)
d) Universitas Alapítvány Díja, Debreceni Egyetem (2016)
e) A TTK Kiváló Fiatal Oktatója, Debreceni Egyetem TTK Tanácsa és Dékánja (2017)

Név: Dr. Bessenyei Mihály	**születési év: 1975**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2000.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** („dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2006); dr. habil. cím (2012).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1997-től, doktoranduszként 2003-tól, oktatóként 2004-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: alapozó analízis; differenciál- és integrálszámítás; közönséges differenciálegyenletek elmélete; iteratív és topológikus fixponttételek; konvex analízis; ortogonális sorok; diszkrét matematika; elemi matematika; versenyfeladatok.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)
  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.
  - ***M. Bessenyei and Zs. Páles,* A contraction principle in semimetric spaces,** J. Nonlinear Convex Anal., 18 (2017), 515–524.
  - ***M. Bessenyei, Nonlinear quasicontractions in complete metric spaces,*** Expo. Math., 33 (2015), 517–525.
  - ***M. Bessenyei and P. Szokol,* Separation by convex interpolation families,** J. Convex Anal., 20 (2013), 937–946.
  - ***M. Bessenyei and Zs. Páles, Characterizations of higher-order monotonicity via integral inequalities,*** Proc. Royal Soc. Edinburgh Sect. A, 140 (2010), 723–736.
  - ***M. Bessenyei, The Hermite–Hadamard inequality in Beckenbach's setting,*** J. Math. Anal. Appl. 364 (2010), 366–383.
- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények
  - 26 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 132 független idézet (MTMT szerint);
  - 70 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
  - 33 tudománynépszerűsítő előadás;
  - részvétel 7 kutatási pályázatban;
  - Bsc, Msc, PhD témavezetés;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
  - referálói munka (Mathematical Rewievs, 2010-től, Zentralblatt 2008-tól);
  - helyi, regionális és országos versenyszervezés, feladatsor összeállítás;

- Hajdú–Bihar Megyei Matematika Szakkör vezetése (2008–2011).

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *2000: TTK Emlékérem, Kossuth Lajos Tudományegyetem TTK;*
- *2003: ISFE-medál, ISFE Tudományos Bizottsága;*
- 2005: *Grünvald Géza Emlékérem, Bolyai János Matematikai Társaság*;
- 2006: *Posztdoktori ösztöndíj az Oktatási Minisztériumtól (1 év)*;
- 2010: *Év Tudományos Publikációja Aranyérem, Debreceni Egyetem TTK*;
- *2013:* ***Alexits György díj, MTA Matematikai Tudományok Osztálya;***
- ***2013: Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj a Magyar Államtól (1 év);***
- *2014:* ***Dékáni Dicséret a DE TTK Dékánjától.***

Név: Dr. Tran Quoc Binh	**születési év: 1959**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 1983.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, tudományos főmunkatárs

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

A Matematikai Tudományok Kandidátusa (PhD), 1987.

az **eddigi oktatói tevékenység**

Oktatási tevékenységet 1988-tól kezdtem. A következő tantárgyak oktatásában vettem részt az évek során: lineáris algebra, topológia, differenciál topológia, differenciál geometria, felület elmélet, modern differenciálgeometria. Jelenleg a felület elmélet és a modern differenciálgeometria tantárgyak tantárgyfelelőse vagyok.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

–

- Tran Quoc Binh and Avic De, On contact CR-warped product submanifolds of a quasi-Sasakian manifold, Publ. Math. Debrecen 84/1-2 (2014), 123-137.
- **T. Q. Binh and L. Tamássy, Galloway's compactness theorem on Sasakian manoifolds, Aequationes Math. 58 (1999), 118-124**.
- **L. Tamássy and T. Q. Binh, On weakly symmetric of Einstein and Sasakian manifolds, Tensor 53 (1993), 140-148**.
- **T. Q. Binh, L. Oernea and L. Tamássy, Intersection of Riemannian submanifolds. Variation on a theme by T. J. Frankel, Rendiconti di Math. 19 (1999), 107-121.**
- **E. Boeck, T. Q. Binh and L. Vanhecke, Invariant and anti-invariant unit vectorfields, Topics in almost Hermitian geometry and related fields, World Scientific 2005, 50-59.**

b) további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 34 megjelent nemzetközileg referált folyóiratcikk + 2 cikk jelent meg az arxiv.org.-ban;
- Több mint 100 független idézet;
- Rendszeresen veszek részt nemzetközi szakmai konferencián (legalább 50) és tartok előadást angol nyelven.
- Bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;

Név: Dr. Boros Zoltán Gábor	**születési év: 1966**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus és angol–magyar szakfordító, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1991.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** („dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 1997); dr. habil. cím (matematika, 2004).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1988-tól, oktatóként 1991-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: alapozó analízis; differenciál- és integrálszámítás; közönséges és parciális differenciálegyenletek elmélete; valós függvénytan; komplex függvénytan; modern analízis; disztribúciók és integráltranszformációk; numerikus analízis; játékelmélet; gazdasági matematika; kalkulus (utóbbit angol nyelven is).

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)
  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.
  - Z. Boros and W. Fechner, *An alternative equation for polynomial functions*, Aequationes Math. 89/1 (2015), 17–22.
  - Z. Boros and N. Nagy, *Generalized Rolewicz theorem for convexity of higher order*, Math. Inequal. Appl. 18/4 (2015), 1275–1281.
  - Z. Boros, *An inequality for the Takagi function*, Math. Ineq. Appl. 11/4 (2008), 757–765.
  - Z. Boros and Zs. Páles, *Q-subdfferential of Jensen-convex functions*, J. Math. Anal. Appl. 321 (2006), 99–113.
  - Z. Boros, *Strongly Q-dfferentiable functions*, Real Anal. Exchange 27/1 (2001/02), 17–25.
- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények
  - 30 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 30 független idézet;
  - 85 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
  - 4 tudománynépszerűsítő előadás;
  - részvétel 7 kutatási pályázatban;
  - Bsc, Msc, PhD témavezetés;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratokban;
  - referálói munka (Mathematical Rewievs, 2003-tól, Zentralblatt 1997-től);
  - versenyszervezés, feladatsor összeállítás;

- KLTE (2000-től DE) TTK matematikus TDK vezetése (1991–2001, majd 2010-től);
- nemzetközi konferenciák illetve OTDK Fizika, Földtudományok és Matematika Szekció szervezése tudományos titkárként, szervezőbizottsági tagként, a szervező bizottság társ-elnökeként illetve ügyvezető titkárként;
- az OTDT Fizika, Földtudományok és Matematika Szakmai Bizottság tagja (2008-tól).

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 1991: Rényi Kató Emlékdíj, Bolyai János Matematikai Társaság;
- 1994: kitüntetéses egyetemi doktori cím, köztársasági elnök;
- 2000: ISFE-medál, ISFE Tudományos Bizottsága;
- 2001: Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, MTA (3 év);
- **2013:** Szentágothai János Ösztöndíj Tapasztalt Kutatóknak a Konvergencia Régiókban **(1 év);**
- 2017: **Dékáni Dicséret a DE TTK Dékánjától.**

Név: Dr. Burai Pál	**születési év: 1974**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2003

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Informatikai Kar – egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD, 2008, Habilitáció, 2015

az eddigi oktatói tevékenység

Gyakorlatok: Analízis 1-2-3, Kalkulus 1-2, Diszkrét matematika 1-2, Operációkutatás, Lineáris programozás, Numerikus analízis, Gazdasági matematika, Matematika 1-2, Differenciálegyenletek, Információ és kódelmélet, Alkalmazott matematika, Numerikus matematika, Nemlineáris optimalizálás, Játékelmélet

Előadások: Diszkrét matematika 1-2, Operációkutatás, Lineáris programozás, Matematika 1-2, Differenciálegyenletek, Alkalmazott matematika, Nemlineáris optimalizálás, Játékelmélet, Nonlinear optimization, Applied mathematics

Oktatásban eltöltött idő: 15 év

Oktatás idegen nyelven: Nonlinear optimization előadás és gyakorlat, Applied mathematics előadás és gyakorlat

Ennek bizonyítéka: Felsőfokú Angol nyelvvizsga (szóbeli), Angol nyelven tartott legalább 6 előadás

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

2.

1. P. Burai, Convexity with respect to families of sections and lines and their application in optimization, J. Global Optim. 64 (2016), no. 4, 649_662.
2. P. Burai, Local-global minimum property in unconstrainded minimization problems, J. Optim. Theory Appl., 162 (2016), no.4, 34_46.
3. P. Burai, Necessary and su_cient condition on global optimality without convexity and second order di_erentiability, Optim. Lett., 7/5 (2013), 903-911.
4. P. Burai and A. Házy, On approximately h-convex functions, Journal of Convex Analysis 18/2 (2011), 447_454.
5. P. Burai, A Matkowski-Sutô type equation, Publ.Math. Debrecen 70/1-2 (2007), 233_247.

Név: Dr. Czeglédi Pál	**születési év: 1979**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okl. közgazdász, DE, 2002.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

egyetemi docens, Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan Intézet, Közpolitikai Elemzés tanszék

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (közgazdaságtudomány, 2007)

az **eddigi oktatói tevékenység**

Az oktatásban eltöltött idő: 15 év

Oktatott tárgyak:

- Alapképzés: Bevezetés a közgazdaságtanba, Mikroökonómia, Makroökonómia, Nemzetközi közgazdaságtan, Növekedéselmélet, Közpolitika, Közösségi pénzügyek, Proszeminárium, Gazdaságpolitika, Gazdaságpolitikai alternatívák a modern világgazdaságban, Nemzetközi pénzügyek,
- Mesterképzés: Haladó mikroökonómia, Haladó makroökonómia, Gazdaságpolitika, Nemzetközi pénzügyek, Nemzetközi gazdaságpolitikák
- Doktori képzés: Növekedéselmélet

Angol nyelvű oktatásban eltöltött idő: 10 év

Oktatott tárgyak:

- Alapképzés: Proseminar, Measuring economic performance across countries, Economic policy
- Mesterképzés: Advanced microeconomics, Advanced macroeconomics, International economic policy, International political economy

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

1. Kapás J., Czeglédi P.: *Economic Freedom and Development*, Budapest: Akadémiai Kiadó.
2. Czeglédi P.: *Are both dimensions of property rights "efficient"?*, European Journal of Comparative Economics, 12(1), pp. 41-69, 2015.
3. Czeglédi, P.: *Why are civil liberties more important than executive constraints in economic development? A property rights approach*, Society and Economy, 36(1), 37-68, 2014.
4. Czeglédi, P.: *The theory of interventionism as an Austrian theory of slowdowns*, Review of Austrian Economics, 27(4), 419-449, 2014.
5. Czeglédi, P.: *Individual Rights as a Factor of Economic Convergence*, Acta Oeconomica, 60(4), 375-403, 2010.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 2 könyv
- 6 könyvfejezet
- 26 folyóiratban megjelent tanulmány
- 3 konferencia-kiadvány és műhelytanulmány
- 29 könyvrecenziók, konferencia-beszámoló és egyéb írás
- 35 konferencia-előadás (többsége angolul)
- Független hivatkozások száma: 95
- Kutatási pályázatok: 4 OTKA (NKFI), 1 NKTH Jedlik Ányos Kutatási pályázat, 1 Bolya János Kutatási Ösztöndíj
- Bsc, Msc, PhD témavezetés
- bíráló: Competitio, Acta Oeconomica, Society and Economy, Journal of Economic Growth, Hitelintézeti Szemle, Social Indicators Research, OTKA-pályázatok

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

Elnyert ösztöndíjak, díjak:

- Bolyai Plakett, 2014 (adományozó: Magyar Tudományos Akadémia)
- Junior Príma Díj „Magyar Tudomány” kategória, 2010 (adományozó: MFB Magyar Fejlesztési Bank Zrt.)
- Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2010-2013
- Széchenyi István Ösztöndíj Alapítvány „Ösztöndíj tudományos kutatásért” ösztöndíja, 2006

Név: Dr. Fazekas Borbála Andrea	**születési év: 1978**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Matematikus, Debreceni Egyetem, 2002.
Matematika tanár, Debreceni Egyetem, 2003
Földrajz – informatika tanár, Debreceni Egyetem, 2004

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Matematikai Intézet, egyetemi tanársegéd

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2012);

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 2000-2002, doktoranduszként 2003-2004, oktatóként 2004-től folyamatosan részt veszek az alábbi tantárgyak oktatásában:

Előadások: Parciális differenciálegyenletek, Fixponttételek, Gazdasági matematika, Függvényegyenletek a közgazdaságtanban,

Gyakorlatok: Bevezetés az analízisbe, Differenciál- és integrálszámítás, Többváltozós differenciál- és integrálszámítás, Közönséges differenciálegyenletek, Elemi matematika, Analízis számítógéppel, Kalkulus 1-2, Analízis 1-2, Komplex függvénytan 2, Variációszámítás, Parciális differenciálegyenletek, Perem- és sajátértékfeladatok

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - B. Fazekas, M. Plum, C. Wieners, D: Enclosure for the Biharmonic Equation, DROPS (Dagstuhl Research Online Publication Server), Seminar 05391, http://drops.dagstuhl.de/protals/05391, 2006
  - B. Fazekas: Decision functions and characterization of their properties, Math. Inequal. Appl. 10, 29-43, 2007
  - B. Fazekas: Computer-assisted enclosures for fourth order elliptic equations, Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften, Saarbrücken, 2012
  - S. Nagy, B. Fazekas, L. Juhasz, K. Sailer: Critical exponents in quantum Einstein gravity, Phys.Rev. D88 (2013) no.11, 116010, 2013
  - J. Kovacs, B. Fazekas, S. Nagy, K. Sailer: Quantum-classical transition in the Caldeira-Leggett model, arXiv:1603.07495, 2016

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények
- 6 független idézet (MTMT szerint);
- 8 szakmai nemzetközi konferencia előadás;
- versenyszervezés

Név: Dr. Fazekas István	**születési év: 1954**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okleveles matematikus, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1978

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Informatikai Kar, Alkalmazott Matematika és Valószínűségszámítás Tanszék, egyetemi tanár, tanszékvezető

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

CSc (matematika) 1986, dr. habil 2004, MTA doktora (matematika) 2010

az eddigi oktatói tevékenység

Oktatott tárgyak: Diszkrét matematika, Valószínűségszámítás, Statisztika, Valószínűségszámítás és statisztika, Sztochasztikus folyamatok, Numerikus analízis, Gazdasági matematika. Valószínűségszámítás alkalmazásai, Neurális hálók. Oktatásban töltött idő: 38 év. Oktatás idegen nyelven: Discrete mathematics, Probability and statistics.

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

d) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:
Fazekas, I., Porvázsnyik, B. *Limit theorems for the weights and the degrees in an N-interactions random graph model.* Open Mathematics 14, no. 1, 414-424, 2016.
Fazekas, I.; Chuprunov, A. *An almost sure functional limit theorem for the domain of geometric partial attraction of semistable laws*. J. Theoret. Probab. 20, no. 2, pp. 339-353, 2007.
Antal, P., Bátfai, N., Fazekas, I., Jeszenszky, P. *The mobiDIAK educational portal,* J. Universal Computer Science 12, no. 9, pp. 1118-1127, 2006.
Fazekas, I., Klesov, O. I. *A general approach to the strong laws of large numbers*. Teor. Veroyatnost. i Primenen. 45, no. 3, pp. 568-583, 2000.
Fazekas I., Kukush A.G. *Asymptotic properties of an estimator in nonlinear functional errors-in-variables models with dependent error terms,* Computers and Mathematics with Applications, 34, no. 10, pp. 23-39, 1997.

e) az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség: 4 egyetemi jegyzet:
Fazekas I. (szerkesztő és társszerző) Bevezetés a matematikai statisztikába. Egyetemi jegyzet, 523 oldal, Kossuth Egyetem, Debrecen, 1997.
Fazekas, I. Valószínűségszámítás. Egyetemi jegyzet, 298 oldal, Debreceni Egyetem, Debrecen, 2000.
Fazekas I. Valószínűségszámítás és statisztika. 169 oldal, Debrecen, 2010.
Fazekas I. Neurális hálózatok. 204 oldal, Debrecen, 2014.

Név: Dr. Figula Ágota	**születési év: 1976**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematika-fizika szakos tanár, Debreceni Egyetem, 1999.
Okleveles matematikus, Friedrich-Alexander University, Erlangen, Germany, 1999.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)*,* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2005); dr. habil. cím (2008).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1997-től, 2000-től Németországban az Erlangeni Egyetemen német nyelven, 2003-tól oktatóként a Debreceni Egyetemen folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: halmazelmélet és matematikai logika, Lie csoportok és Lie algebrák elmélete, geometriai szerkesztések elmélete, véges geometriák elmélete, geometriai transzformáció csoportok elmélete, lineáris algebra és analitikus geometria, lineáris algebra és csoportelmélet, loopok és hálózatok, differenciálgeometria, Matematika 1, 2, 3 tárgyak fizikus, villamosmérnök hallgatóknak, Matematika I, II, tárgyak vegyészmérnök, biomérnök hallgatóknak, diszkrét matematika angol képzésben. 2004.01.01.-től 2005.12.31.-ig az Erlangeni Egyetemen oktattam német nyelven.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- **Á. Figula and K. Strambach, *Loops as sections in compact Lie groups*,** Abh. Math. Sem. Univ. Hamb., 87 (2017), 61–68.
- **G. Falcone and Á. Figula, *The action of a compact Lie group on nilpotent Lie algebras of type {n,2}*,** Forum Math., 28 (2016), 795–806.
- **Á. Figula, *Three-dimensional topological loops with solvable multiplication groups*,** Communications in Algebra, 42 (2014), 444-468.
- **Á. Figula and K. Strambach, *Subloop incompatible Bol loops*,** Manuscripta Math. 130 (2009), 183–199.
- Á. Figula, *The multiplication group of 2-dimensional topological loops*, J. Group Theory 12 (2009), 419-429.

további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 28 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált publikáció;
- 35 független idézet (MTMT szerint);
- 65 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
- 3 tudománynépszerűsítő előadás;
- **2009-2012: Témavezetője a PD 77392 OTKA Posztdoktori kutatási pályázatnak;**

- részvétel 6 kutatási pályázatban (DAAD, TET, European Union's Seventh Framework Programme);
- Bsc, Msc témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- referálói munka (Mathematical Rewievs, 2009-től, Zentralblatt 2007-tól);
- versenyfeladatsorok összeállítása;
- Titkára voltam a Schweitzer Miklós Matematikai Emlékverseny Szervezőbizottságának;
- PhD fokozat 2003 Friedrich-Alexander University, Erlangen, Germany;
- Habilitáció 2007 Friedrich-Alexander University, Erlangen, Germany.

az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 1998-99: Köztársasági Ösztöndíj;
- 2006: Grünwald Géza Emlékérem, Bolyai János Matematikai Társulat;
- 2006: Posztdoktori ösztöndíj az Oktatási Minisztériumtól (1 év);
- 2009-2010: Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj (1 év);
- 2011-2014: Bolyai János Kutatási Ösztöndíj;
- 2005-től Bajorország Emmy-Noether Tudományos és Kutatócentrumának tagja, 2008-tól OTDK FiFöMa szakbizottság tagja, 2015-től a Bolyai János Matematikai Társulat Választmányi Tagja.

Név: Dr. Gáll József	**születési év: 1972**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

matematikus, matematika tanár, angol-magyar szakfordító, KLTE, 1997,
közgazdász, DE KTK, 2000

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

DE, IK, Alkalmazott matematika és Valószínűségszámítás tsz. - egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika- és számítástudományok) 2008

az eddigi oktatói tevékenység

oktatott tárgyak, oktatásban töltött idő, oktatás idegen nyelven, külföldi intézményben stb.

magyar nyelven: statisztika, vállalati pénzügyek, pénzügyi matematika, biztosítási matematika, opcióárazás, valósuínűségszámítás, 1997-től, 20 év tapasztalat,

angol nyelven: statistics, corporate finance, financial mathematics, credit risk, portfolio management, interest rate theory, 11 év tapasztalat, egyetemek: Radboud University, Nijmegen, the Netherlands; University of Ljubljana, Slovenia; Debreceni Egyetem

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

a) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

Peter Foldvari, Bas van Leeuwen, Daan Marks, Jozsef Gall: Indonesian regional welfare development, 1900–1990: New anthropometric evidence, ECONOMICS AND HUMAN BIOLOGY 11: (1) pp. 78-89., 2013

Holb IJ, Balla B, Vamos A, Gall JM: Influence of preharvest calcium applications, fruit injury, and storage atmospheres on postharvest brown rot of apple, POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY 67: pp. 29-36., 2012

Baran S, Gáll J, Ispány M, Pap Gy: Forecasting Hungarian mortality rates using the Lee-Carter method, ACTA OECONOMICA 57: (1) pp. 21-34., 2007

Gáll J, Pap Gy, van Zuijlen M: Forward interest rate curves in discrete time settings driven by random fields, COMPUTERS AND MATHEMATICS WITH APPLICATIONS 51: (3-4) pp. 387-396., 2006

Gáll J, Pap Gy, van Zuijlen M: Maximum likelihood estimator of the volatility of forward rates driven by geometric spatial AR sheet, JOURNAL OF APPLIED MATHEMATICS 2004: (4) pp. 293-309., 2004

b) az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:

Név: Dr. Gát György	**születési év: 1961**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1985.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi tanár

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

DSc. (matematika, 2009); dr. habil. cím (2001); CSc, (matematika, 1993); dr. univ, (matematika, 1987).

az **eddigi oktatói tevékenység**

1985 és 2015 között a Nyíregyházi Egyetemen dolgozója. 1985 és 1989 között főiskolai tanársegédként, 1989 és 1992 között adjunktusként, 1992 és 1994 között docensként, 1994 és 2010 között főiskolai tanárként, 2010 és 2015 között egyetemi tanárként.

1997 és 2005 között további foglalkozású egyetemi docensként dolgozott a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetében.

2015 óta a Debreceni Egyetem Matematikai Intézetének egyetemi tanára.

Eddigi oktatói feladatai: az analízis bevezető területei (analízis I, II, III) (NyE), valószínűségszámítás (NyE), komputeralgebra (NyE), ortogonális sorok (NyE), modern analízis (I, II, III) (DE), funkcionálanalízis (DE), trigonometrikus sorok (DE), disztribúcióelmélet (DE).

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- ***G. Gát and G. Karagulyan, On convergence properties of tensor products of some operator sequences, J. of Geometric Analysis 26 (4) (2016), 3066-3089.***
- ***G. Gát, On almost everywhere convergence and divergence of Marcinkiewicz-like means of integrable functions with respect to the two-dimensional Walsh system, J. of Approx. Theory 164 (1) (2012), 145-161.***
- ***G. Gát, Convergence of sequences of two-dimensional Fejér means of trigonometric Fourier series of integrable functions, J. of Math. Anal. and Appl. 390 (2012), 573-581.***
- ***G. Gát, On the pointwise convergence of Cesaro means of two-variable functions with respect to unbounded Vilenkin systems, J. of Approx.Theory 128 (1) (2004), 69-99.***
- ***G. Gát, On the divergence of the (C;1) means of double Walsh-Fourier series, Proc. Amer. Math. Soc. 128 (2000), 1711-1720.***

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 104 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
- 571 független idézet (MTMT szerint);
- 46 szakmai, angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás, esetenként meghívott előadóként;
- 2015-től törzstagja a Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskolájának;

- A következő szakmai lapok szerkesztője:
  Journal of Classical Analysis,
  Journal of Mathematics and Computer Science,
  Publicationes Mathematicae Debrecen,
  Acta Mathematica Academiae Paedagogica Nyiregyhaziensis;
- részvétel 7 kutatási pályázatban;
- Msc, PhD témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- referálói munka (Mathematical Rewievs, Zentralblatt);

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 1998: *Alexits György díj, MTA Matematikai Tudományok Osztálya;*
- 1999-2001: Bolyai János kutatói ösztöndíj;
- *2003-2005 Széchenyi István ösztöndíj;*
- 2001-2004 Magyar Akkreditációs Bizottság Matematika es Számitástudomanyi Bizottság tagja;
- 2005-2015 A Nyíregyházi Egyetem Matematika es Informatika Intézetének igazgatója;
- 2009- Magyar Felsőoktatási Akkreditációs Bizottság (MAB) szakértő;
- 2010-2012 tagja a MAB plénumának, tagja a MAB Egyetemi Tanári es a MAB Doktori Bizottságainak;
- 2010-től 2012-ig elnöke a MAB Természettudományi Bizottságának;
- 2011-2012 tudományos és innovációs rektorhelyettese a Nyíregyházi Egyetemnek;
- 2012-től tagja a MAB Természettudományi Bizottságának

Név: Dr. Novák-Gselmann Eszter	**születési év: 1984**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2007.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** (*„*dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2011)

az **eddigi oktatói tevékenység**

2005-től demonstrátorként, 2007-től PhD hallgatóként, 2009-től egyetemi tanársegédként, illetve 2013-tól egyetemi adjunktusként az alábbi tárgyakat tartottam:

Kalkulus 1. előadás és gyakorlat (Programtervező informatikus BSc)

Kalkulus 2. előadás és gyakorlat (Programtervező informatikus BSc)

Bevezetés az analízisbe gyakorlat (Matematika BSc)

Differenciaszámítás előadás (Matematika BSc)

Modern analízis 1. előadás és gyakorlat(Fizikus MSc)

Modern analízis 2. előadás és gyakorlat (Fizikus MSc)

Modern analízis 3. előadás és gyakorlat (Fizikus MSc)

Applied Mathematics előadás (Computer Science and Information Technology MSc)

Közönséges differenciálegyenletek alkalmazásai (Matematikus MSc)

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- E. Gselmann, *Notes on the characterization of derivations*, Acta Sci. Math. (Szeged), 78 no.1–2 (2012), 137–145.
- ***E. Gselmann, Gy. Maksa,* Some functional equations related to the characterizations of information measures and their stability, *Handbook in Functional Equations: Stability Theory, Springer Optimization and Its Applications, Vol. 96, edited by Th. M. Rassias, 199-243, Springer Verlag, 2014.***
- ***E. Gselmann,* Stability and information functions, *Scholars' Press, Saarbrücken, 2013.***
- ***E. Gselmann,* On the discrete version of the wave equation, *Aequationes Mathematicae, 89 (2015), no. 1 63-70.***
- ***E. Gselmann, Zs. Páles,* Additive solvability and linear independence of the solutions of a system of functional equations, *Acta Sci. Math. Szeged 82 (2016), no. 1-2, 101-110.***

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- Referált cikkek száma nemzetközi folyóiratban: 24
- Referált cikkek száma konferenciakiadványban: 1
- Referált idegennyelvű könyvfejezet: 1
- Referált idegennyelvű könyv: 1
- Független hivatkozások száma: 54
- Idegennyelvű konferencia előadások száma: 6
- Magyar nyelvű konferencia előadások száma: 5
- BSc témavezetés: 1
- DETEP témavezetés: 1
- Egyetemi jegyzet: 8
- Egyetemi példatár: 3
- Folyóiratnál referáló: 11 folyóirat
- Referáló folyóiratnál referáló: 2 referáló folyóirat
- Hazai társszerzők száma: 5 (közös dolgozatok száma: 9)
- Külföldi társszerzők száma: 3 (közös dolgozatok száma: 2)

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *2007. TTK Emlékérem (adományozó: Debreceni Egyetem Természettudományi Karának Tanácsa)*
- *2009. Universitas Alapítvány Díja (alapította a Kereskedelmi Bank Rt.)*
- *2010. ISFE medál (adományozó: A 48. ISFE Tudományos Bizottsága)*
- *2010. Patai László Alapítvány Díja (adományozó: Bolyai János Matematikai Társulat)*
- *2011. Grünwald Géza Emlékérem (adományozó: Bolyai János Matematikai Társulat)*
- *2015. TTK Kiváló Fiatal Oktatója (adományozó: Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának Tanácsa)*
- *Jelentősebb tudományos pályázatok:*
- *Függvényegyenletek és -egyenlőtlenségek OTKA kutatócsoport, tag,*
  - *pályázati azonosító: K 111651, témavezető: Prof. Dr. Páles Zsolt*
- *Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj*
- *Függvényegyenletek és -egyenlőtlenségek OTKA kutatócsoport, tag,*
  - *pályázati azonosító: NK 81402, témavezető: Prof. Dr. Páles Zsolt*
- *Biological and Mathematical Basis of Interaction Computing (BIOMICS), tag,*
  - *projektvezető: Dr. Paolo Dini, kutatócsoport vezető: Dr. Horváth Gábor, pályázati azonosító: 318202*
- *Szuperszámítógép, a nemzeti virtuális laboratórium, tag,*
  - *pályázati azonosító: TÁMOP 4.2.2C-11/1/KONV-2012-0010, kutatócsoport vezető: Prof. Dr. Gaál István*
- *Számok, Függvények, Egyenletek kutatócsoport, tag, pályázati azonosító: TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007, témavezető: Prof. Dr. Páles Zsolt*

Tagságok:

- *DE TTK Kari Tanács, tag*
- *DE TTK, Kari Tanulmányi Bizottság, tag*
- *Debreceni Akadémiai Bizottság, Matematikai Szakbizottság, titkár*

Név: Dr. Hajdu Lajos	**születési év: 1968**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, matematika tanár, angol-magyar szakfordító, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1992.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi tanár

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika, 1998); dr. habil. cím (2003); MTA doktora (2011)

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1991-től, doktoranduszként 1993-tól, oktatóként 1996-tól folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: bevezetés az algebrába és a számelméletbe, számelmélet és alkalmazásai, kombinatorika és gráfelmélet, matematikai alapok.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - **Hajdu L., Tijdeman R: Algebraic aspects of discrete tomography, J. reine Angew. Math. 534 (2001), 119-128.**
  - **M. Bennett, N. Bruin, Győry K. and Hajdu L., Powers from products of consecutive terms in arithmetic progression, Proc. London Math. Soc. 92 (2006), 273-306.**
  - **Győry K., Hajdu L. and Pintér Á, Perfect powers from products of consecutive terms in arithmetic progression, Compositio Math. 145 (2009), 845-864.**
  - **K. Győry, L. Hajdu, R. Tijdeman, Representation of finite graphs as difference graphs of S-units, I, J. Combin. Th. Series A 127 (2014), 314-335.**
  - **L. Hajdu, On a conjecture of Schaffer concerning the equation 1^k+...+x^k=y^n, J. Number Theory 155 (2015), 129-138.**

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 104 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 571 független idézet (MTMT szerint);
  - 80 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás, ebből 40 meghívott előadás;
  - 5 kutatási pályázat vezetője, 15 további kutatási pályázat résztvevője;
  - Bsc, Msc témavezetés;
  - egy „summa cum laude" PhD fokozatot szerzett és négy jelenlegi PhD hallgató témavezetője;
  - 8 OTDK-n díjazott TDK-dolgozat témavezetője
  - bírálói tevékenység számos nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
  - referálói munka (Mathematical Rewievs, Zentralblatt);

- a Publicationes Mathematicae Debrecen és a Periodica Mathematica Hungarica szerkesztője
- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- a Bolyai János Matematikai Társulat tagja (1992-),
- az American Mathematical Society tagja (1996-),
- az MTA köztestületének tagja (2000-),
- a DE TTK Tanácsának tagja (2005-2011, 2013-),
- a DE IK Tudományos és Habilitációs Bizottságának tagja (2006-),
- a Tudományegyetemi Karok Tanácsának tagja (2008-2011),
- a DE TTK Habilitációs Bizottságának tagja (2010-),
- az MTA Matematikai Tudományok Osztálya Matematikai Bizottságának tagja (2011-2014),
- a Bolyai János Matematikai Társulat választmányi tagja (2009-),
- az OTKA Matematika–Számítástudomány zsűrijének tagja (2014-),
- a Szegedi Tudományegyetem Egyetemi Doktori Tanácsának tagja (2016-)
- a Tehetséges Debreceni Fiatalokért Közalapítvány Alkotói Ösztöndíja (1997),
- a Netherlands Organization for Scientific Research (NWO) posztdoktori ösztöndíja (témavezető: Dr. Robert Tijdeman, Leiden University, Hollandia), (1999/2000),
- a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja (1999-2002, 2004-2007),
- az NKTH Öveges József Programjának ösztöndíja (2007),
- a Hajdúsági Agráripari Rt. Magyar Vidékért Alapítványának Díja (1991, 1996, 1997, 2002),
- a Bolyai János Matematikai Társulat Rényi Kató Díja (1992),
- a Bolyai János Matematikai Társulat Patai László Díja (1994),
- a Kereskedelmi Bank Rt. Universitas Alapítványának Díja (1995, 1996, 1998, 2001, 2002),
- a József Attila Tudományegyetem Kalmár László Díja (1997),
- a Bolyai János Matematikai Társulat Grünwald Géza Díja (1997),
- a Magyar Tudományos Akadémia Ifjúsági Díja (2001),
- a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj Kuratóriumának Emléklapja (2003),
- az MTA Matematikai Tudományok Osztályának Turán Pál Díja (2008),
- **az MTA megosztott Akadémiai Díja (2017)**

Név: Dr. Horváth Gábor	**születési év: 1981**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

matematikus, ELTE, 2004.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** (*„*dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (computer science 2008, matematika és számítástudományok 2010); dr. habil. cím (2013).

az **eddigi oktatói tevékenység**

2001-2006 között az ELTE-n, 2010-től a Debreceni Egyetemen algebra, algoritmuselmélet, alapozó valószínűségszámítás és statisztika témájú különféle tárgyakat angol és magyar nyelven oktatok. 4 algebra, 1 diszkrét matematika, 1 statisztika jegyzet szerzője vagyok. Témavezetője vagyok 1,5 PhD, 4 OTDK (1 db I. díj, 1 db különdíj, 2 részvétel), 4 MSc, 9 BSc dolgozatnak.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - ***G. Horváth, The complexity of the equivalence and equation solvability problems over meta-Abelian groups,*** *J. Algebra*, 433 (2015), 208–230.
  - ***G. Horváth and C. L. Nehaniv, Length of polynomials over finite groups,*** **J. Comput. System Sci.**, 81 (2015), 1614–1622.
  - ***G. Grasegger, G. Horváth and K. A. Kearnes, Polynomial equivalence of finite rings,*** *J. Aust. Math. Soc.*, 96 (2014), 244–257.
  - ***G. Horváth, The complexity of the equivalence problem over finite rings, Glasg. Math. Journal***, 54 (2012), 193–199.
  - ***G. Horváth, J. Lawrence, L. Mérai, Cs. Szabó, The complexity of the equivalence problem for non-solvable groups, Bull. London Math. Soc***. 39 (2007), 433–438.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 28 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 118 független idézet (MTMT szerint);
  - 50 tudományos előadás, ebből 17 meghívott előadóként, 25 nemzetközi konferencián;
  - FP7-es EU-s pályázat debreceni egységének vezetője
  - OTKA K109185 kutatási pályázat témavezetője
  - részvétel további 11 kutatási pályázatban;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratokban;
  - referálói munka (Mathematical Rewievs, 2012-től, Zentralblatt 2012-től);
  - 1,5 PhD, 4 OTDK (1 db I. díj, 1 db különdíj, 2 részvétel), 4 MSc, 9 BSc dolgozat témavezetője

- 5 db külföldi tanulmányút/vendégkutató pozíció
- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *2016 TTK Kiváló Fiatal Oktatója Kitüntetés*
- *2015 DE Publikációs Díj*
- *2012-2015 MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj*
- *2006-2009 Computer Science PhD Ösztöndíj (University of Hertfordshire, Hatfield, United Kingdom)*
- *2004-2008 Doktori Ösztöndíj (Eötvös Loránd Tudományegyetem)*
- *2004-2005 Köztársasági Ösztöndíj*
- *2003-2004 Köztársasági Ösztöndíj*
- *2003 Csereösztöndíj a párizsi École Normale Supérieure és a Br. Eötvös József Collegium között*

Név: Dr. Kapás Judit	**születési év: 1962**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okleveles közgazda, 1985, Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

egyetemi tanár, intézetigazgató, Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan Intézet, Mikro-és makroökonómia tanszék

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (közgazdaságtudomány, 2001)

az eddigi oktatói tevékenység

30 év oktatási tapasztalat

Oktatott tárgyak:

- alapképzés: Bevezetés a közgazdaságtanba, Mikroökonómia, Makroökonómia, Nemzetközi közgazdaságtan, Közösségi döntések elmélete, Proszeminárium, Szabályozásgazdaságtan
- Mesterképzés: Haladó mikroökonómia, Vezetői közgazdaságtan, Szervezetek közgazdaságtana, Nemzetközi pénzügyek, Nemzetközi gazdaságpolitikák
- Doktori képzés: Mikroökonómia, Intézményi közgazdaságtan

Angol nyelvű oktatásban eltöltött idő: 10 év

Oktatott tárgyak:

- Alapképzés: Macroeconomics, Microeconomics, International economics, Reading and writing in economics and business, Proseminar
- Mesterképzés: Advanced microeconomics, Managerial economics, International political economy, Institutions in the world economy, International finance

Oktatás külföldi intézményekben:

- Mesterképzés: Entrepreneurship and the Firm (PPE kurzus, Cevro Institute, Prága)
- Doktori képzés: Theory of the Firm (Prágai Közgazdaságtudományi Egyetem)
- Alapképzés: International economics (Kozminski Egyetem, Varsó)
- Vendégelőadó: Grand Rapids State University, Université d'Angers

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

a) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

Kapás, J. (2013) Differences in Institutional and Developmental Paths Among Developed Countries: The Varieties of Capitalism. A Literature Review. In: Makó, Cs., Polónyi, I., Szanyi, M. (szerk.), Organisational Innovation and Knowledge Development: Institutions, Methodological Foundations and Empirical Evidences. Budapest: Új Mandátum Könyvkiadó, pp. 18-44.
Kapás J., Czeglédi P. (2009) Economic Freedom and Development. Budapest: Akadémiai Kiadó
Kapás, J. (2008) Industrial Revolutions and the Evolution of Firm Organization: An Historical Perspective. Journal of Innovation Economics, Vol. 1. No. 2. pp. 15-33.
Kapás, J. – Czeglédi, P. (2008) Technológiai és intézményi változások a munkapiacon és a vállalati szervezetben. Nyugat- és kelet-közép-európai összehasonlítás. Közgazdasági Szemle, LV. évf. 4. szám, 308-332. o.
Kapás, J. (2005) Towards an Understanding of the Variety of Firms. Acta Oeconomica, Vol. 55. No.

1. pp. 43-61.

b) további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

Kutatási projektek vezetése

A kultúra rétegei: Az intézmények, a gazdasági fejlődés vagy mindkettő meghatározói? Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap, 2016-2020
Az egyéni jogok és az informális intézmények szerepe a gazdasági fejlődésben. OTKA, 2011-2015
Gazdasági szabadság és növekedés, OTKA Publikációs pályázat, 2008-2009
Technológiai fejlődés és intézményi változás: kölcsönhatások és fejlődési irányok. OTKA, 2007-2012
Innováció és intézményrendszer – A múlt tanulságai és a jelen kihívásai. Jedlik Ányos Kutatási Pályázat, NKTH, 2007-2009
Növekedés, intézményrendszer és piaci folyamatok. OTKA, 2005-2008

c) az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:
Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2007-2010
MAB Gazdaságtudományi Szakbizottság, tag (2007-2010)
MTA Közgazdaságtudományi Bizottság, választott tag (2008-2011)
Bolyai Plakett, 2006 (adományozó: Magyar Tudományos Akadémia)
Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2002-2005
Állami Eötvös Ösztöndíj, 2002
Research Fellowship, International Centre for Economic Research, 2006, Torinó, Olaszország
Research Scholarship, Indiana University, 2004, Kelly School of Business, IU, Bloomington, USA
Magyar Ösztöndíj Bizottság államközi ösztöndíja, 2003, Univers Université catholique de Louvain
Earhart Scholarship, Earhart Foundation, USA, 2003, Ronald Coase Institute Workshop

Név: Dr. Kozma László	**születési év: 1960**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus és angol-magyar szakfordító, KLTE, TTK, 1984

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, TTK, Matematikai Intézet, Geometria Tanszék – egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!),* ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

Egyetemi doktori fokozat, matematika, 1987

Kandidátus, CSc, PhD, matematika,1991

Habilitáció, matematika, 2004

az **eddigi oktatói tevékenység**

35 éve, 1982 óta. Magyar nyelvű kurzusok: Lineáris, algebra, Geometria, Geometriák és modelljeik, Differenciálgeometria, Finsler geometria, Algebrai és Differenciáltopológia, Matematika 1 és 2 közgazdász hallgatók számára (1994-2001), villamosmérnök hallgatók számára (2005 óta). Angol nyelven 5 éve: College Geometry, College Discrete Mathematics, Introduction to Business Mathematics.

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

a) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

1. Intersection theorems for Finsler manifolds, Publ.Math. Debrecen, 57, 2000, 193-201. (coauthor: Radu Peter)
2. On holonomy structures of Finsler manifolds, in: Handbook of Finsler Geometry, ed. by P.L. Antonelli, Kluwer Academic Publishers, 2003, 445--488.
3. Metric characterization of Berwald spaces of non-positive flag curvature. Journal of Geometry and Physics, {56, 2006, 1257-1270. (coauthor: Alexandru Kristály)
4. Weinstein's theorem for Finsler manifolds, (coauthor: Ioan Radu Peter), J. Math. Kyoto Univ., 46 2006, 377-382.
5. T. Aikou and L. Kozma: Global Aspects of Finsler Geometry, in: Handbook of Global Analysis, (eds. D. Krupka and D. Saunders), Elsevier, 2007, 1--39.
6.

b) az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:

vezetői gyakorlat: intézetigazgatóhelyettes (1999-2001), dékánhelyettes (204-2008), angol nyelv képzések koordinátora 2007 óta; kutatási projektek vezetője: OTKA, bilaterális együttműködések, FP7 Marie-Curie kutatási projekt vezetése (2013-2016)
32 megjelent angol nyelvű publikáció, 135 hivatkozás, 6 jegyzet, 48 konferencialelőadás, lektorlás 5 folyóirat számára, Math Reviews referálója, a Publicationes Mathematicae Debecen technikai szerkesztője (1996 – 2016).

Név: Dr. Lovas Rezső László	**születési év: 1978**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles fizikus és angol—magyar szakfordító, Debreceni Egyetem, 2001.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika, 2006).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Doktoranduszként 2001-től, oktatóként 2005-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyagfejlesztésében: elemi geometria, differenciálgeometria, alapozó analízis, differenciaszámítás, matematika villamosmérnököknek, közönséges differenciálegyenletek elmélete, kalkulus, ortogonális polinomok.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - **R. L. Lovas, *On the Killing vector fields of generalized metrics*, SUT Journal of Mathematics 40 (2) (2004), 133–156.**
  - **R. L. Lovas, *A note on Finsler–Minkowski norms*, Houston Journal of Mathematics 33 (3) (2007), 701–707.**
  - **R. L. Lovas and J. Szilasi, *Homotheties of Finsler manifolds*, SUT Journal of Mathematics 46 (1) (2010), 23–34.**
  - **J. Szilasi, R. L. Lovas and D. Cs. Kertész, *Connections, sprays and Finsler structures*, World Scientific (2014).**
  - R. L. Lovas and I. Mező, *Some observations on the Furstenberg topological space*, Elemente der Mathematik 70 (2015), 103–116.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 12 megjelent nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 1 szakkönyv;
  - 105 független idézet (MTMT szerint);
  - 18 szakmai, többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia-előadás;
  - részvétel 5 kutatási pályázatban;
  - BSc témavezetés;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratokban;
  - versenyszervezés, feladatsor-összeállítás.

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség
  - OTDK II. helyezés, XXV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia, Fizika, Földtudományok és Matematika szekció, Atommag- és részecskefizika tagozat (2001);
  - Patai László Alapítvány díja (2003);
  - Bolyai János Matematikai Társulat Grünwald Géza emlékérme (2008).

Név: Dr. Mészáros Fruzsina	**születési év: 1981**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus és angol-magyar szakfordító, Debreceni Egyetem, 2005.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2010).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 2002-től, doktoranduszként 2005-től, oktatóként 2008-tól folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában: alapozó analízis; differenciál- és integrálszámítás; közönséges differenciálegyenletek elmélete; függvényegyenletek és egyenlőtlenségek, illetve ezek alkalmazásai, gazdasági matematika; numerikus matematika, kalkulus.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - **K. Lajkó, F. Mészáros, Special cases of the generalized Hosszú equation on interval, Aequationes Math., 89, (2015), 71-81.**
  - **K. Lajkó, F. Mészáros, Multiplicative type functional equations arising from characterization problems, Aequationes Math., 83, (2012), 199-208.**
  - **F. Mészáros, K. Lajkó, Functional equations and characterization problems, VDM Verlag, 2011.**
  - **F. Mészáros, A functional equation and its application to the characterization of gamma distributions, Aequationes Math., 79, (2010), 53-59.**
  - **K. Lajkó, Gy. Maksa and F. Mészáros, On a generalized Hosszú functional equation, Publ. Math. Debrecen, 74, (2009), 101-106.**

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 16 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 16 független idézet (MTMT szerint);
  - több mint 30 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
  - részvétel 4 kutatási pályázatban;
  - Bsc témavezetés;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban, referálói munka (Mathematical Rewievs, 2012-től);
  - 2008 óta a Teaching Mathematics and Computer Science folyóirat tördelőszerkesztői feladatait is ellátom

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 2005: TTK Emlékérem, Debreceni Egyetem TTK;
- 2010: Grünvald Géza Emlékérem, Bolyai János Matematikai Társaság;
- 2010: Universitas Alapítvány kiemelkedő tudományos munkáért járó díja.

Név: Dr. Muzsnay Zoltán	**születési év: 1968**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

matematika és kémia szakos tanár, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen. 1992
matematikus, Paul Sabatier University, Toulouse, Franciaország, 1993,

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 1997); dr. habil. cím (2006).

eddigi oktatói tevékenység

Demonstrátorként 1990-től, doktoranduszként 1992-től, oktatóként 1997-től folyamatosan részt veszek az alábbi tárgyak oktatásában: kalkulus, analízis sokaságokon, Lie csoportok, általános topológia, differenciálgeometria, lineáris algebra és analitikus geometria (Debreceni Egyetem)

Francia nyelven: Analyse, Équations différentielles (Université Paul Sabatier, Toulouse, Franciaország), L'intégrabilité formelle des équations aux dérivées partielles, (Université Libanaise, Beirut, Libanon),

Angol nyelven: College Discrete Mathematics, Mathematics I, II. (Debreceni Egyetem),

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)
A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- ***J.Grifone, Z. Muzsnay: Variational Principles for Second-order Differential Equations, World Scientific, Singapore, 2000.***
- Finsler 2-manifolds with maximal holonomy group of infinite dimension Differential Geometry and its Applications, Vol. 39, 2015, Pages 1–9,
- Projective Metrizability and Formal Integrability, Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications (SIGMA), 7, paper 114. p. 22, 2011,
- Z. Muzsnay, P.T. Nagy: Finsler manifolds with non-Riemannian holonomy, Houston Journal of Mathematics, 38 no. 1, (2012) pp. 77-92.,
- I. Bucataru, Z. Muzsnay: Sprays metrizable by Finsler functions of constant flag curvature Differential Geom. Appl. 31 (2013), no. 3, 405-415.

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 25 megjelent nemzetközileg referált folyóiratcikk;
- 179 független idézet (MTMT);
- 51 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
- 4 tudományos projekt vezetője
- részvétel 5 kutatási pályázatban;
- Bsc, Msc, PhD témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- nemzetközi konferencia szervezése

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *Bolyai János Kutatási Ösztöndíj, 2002-2005.*
- *Francia állami ösztöndíj, PhD, 1993-1997.*
- *Francia állami ösztöndíj, DEA, 1992-1993.*
- *MTA TMB ösztöndíj, 1992-1993.*
- *Természettudományi Kar Emlékérme, KLTE, 1992.*
- *Tempus ösztöndíj, 1990-1991.*
- *Rényi Kató-emlékdíj, 1990.*
- *OTDK első díj, 1990.*

Név: Dr. Nyul Gábor	**születési év: 1980**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2003

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika- és számítástudományok), 2007

az **eddigi oktatói tevékenység**

2001 óta veszek részt az Algebra és Számelmélet Tanszék oktatómunkájában, először demonstrátorként, majd PhD-hallgatóként és főállású egyetemi oktatóként. Az általam oktatott előadások és gyakorlatok elsősorban a kombinatorika, a gráfelmélet, a diszkrét optimalizálás és a lineáris algebra témaköréből kerülnek ki, de tartottam algebra és számelmélet, kriptográfia, diszkrét matematika, biomatematika tantárgyakat is.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - G. Nyul, *Power integral bases in totally complex biquadratic number fields*, Acta Academie Paedagogicae Agriensis, Sectio Mathematicae 28 (2001), 79–86.
  - I. Gaál and G. Nyul, *Index form equations in biquadratic fields: the p-adic case*, Publicationes Mathematicae Debrecen 68 (2006), 225–242.
  - Zs. Kereskényi-Balogh and G. Nyul, *Stirling numbers of the second kind and Bell numbers for graphs*, Australasian Journal of Combinatorics 58 (2014), 264–274.
  - G. Nyul and B. Rauf, *On the existence of van der Waerden type numbers for linear recurrence sequences with constant coefficients*, Fibonacci Quarterly 53 (2015), 53–60.
  - G. Nyul and G. Rácz, *The r-Lah numbers*, Discrete Mathematics 338 (2015), 1660–1666.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 15 megjelent, 2 elfogadott és 2 benyújtott publikáció nemzetközi referált folyóiratban
  - 25 tudományos előadás nemzetközi és hazai szakmai konferenciákon
  - 8 tudománynépszerűsítő előadás
  - részvétel 8 kutatási projektben (OTKA, MTA-DFG, TÁMOP, MTA TKI)
  - 12 BSc szakdolgozat, 5 MSc diplomamunka, 2 OTDK-dolgozat és 2 PhD-hallgató témavezetője
  - bírálói tevékenység nemzetközi referált szakfolyóiratokban
  - referálói tevékenység (Mathematical Reviews, Zentralblatt für Mathematik)
  - részvétel a Zentralblatt für Mathematik referáló folyóirat magyarországi szerkesztőbizottsági egységének munkájában

- közreműködés konferenciák szervezésben segítőként illetve szervezőbizottsági tagként

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

  - Rényi Kató-emlékdíj II. fokozat (Bolyai János Matematikai Társulat), 2001
  - TTK Emlékérem (Debreceni Egyetem Természettudományi Kar), 2003
  - Rényi Kató-emlékdíj I. fokozat (Bolyai János Matematikai Társulat), 2003
  - Promotio sub auspiciis praesidentis Rei Publicae (Magyar Köztársaság Elnöke), 2007
  - DAB-díj (MTA Debreceni Területi Bizottsága), 2008
  - Grünwald Géza-emlékérem (Bolyai János Matematikai Társulat), 2009
  - Debreceni Egyetem Rektorának Elismerő Oklevele (Debreceni Egyetem), 2016
  - Matematikai Intézet oktatási felelőse, 2011–2013
  - Matematikai Intézet Tanulmányi Bizottság tagja (2013 óta), TTK Kari Tanács tagja (2011–2014, 2015–2016), TTK Tanulmányi Bizottság tagja (2009–2011), TTK Oktatási és Minőségbiztosítási Bizottság tagja (2010–2013), TTK Kreditátviteli Albizottság tagja (2011 óta)

Név: Dr. Páles Zsolt	**születési év: 1956**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1980;
Okleveles angol-magyar (matematikus) szakfordító, Kossuth Lajos Tudományegyetem, 1986.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, tanszékvezető egyetemi tanár;
Debreceni Egyetem, Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola vezetője 2008-tól.

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** (*„*dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

Egyetemi doktor (matematika, 1982); CSc (matematika, 1987); PhD. (matematika, 1997);
DSc (matematika, 2001); dr. habil. cím (matematika, 2001); MTA levelező tagja (2016).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1977-től, oktatóként 1980-tól folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: alapozó analízis; differenciál- és integrálszámítás; közönséges differenciálegyenletek; iteratív és topologikus fixponttételek; konvex és nemsima analízis; ortogonális sorok és Fourier-sorok; mérték és integrálelmélet; funkcionálanalízis, nemlineáris funkcionálanalízis.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)
A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- ***M. Bessenyei and Zs. Páles, Characterizations of higher-order monotonicity via integral inequalities,*** Proc. Royal Soc. Edinburgh Sect. A, 140 (2010), 723–736.
- J. Brzdęk, J. Chudziak and Zs. Páles, *A fixed point approach to stability of functional equations*, Nonlinear Anal., Theory, Methods, Appl. 74(17) (2011), 6728–6732.
- T. Kiss and Zs. Páles, *Implications between convexity properties of real functions*, J. Math. Anal. Appl. 434(2) (2016), 193–210.
- J. Makó and Zs. Páles, *On approximately convex Takagi type functions*, Proc. Amer. Math. Soc. 141 (2013), 2069–2080.
- Zs. Páles and P. Pasteczka, *Characterization of the Hardy property of means and the best Hardy constants*, Math. Inequal. Appl. 19(4) (2016), 1141–1158.

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 216 megjelent, 2 elfogadott referált nemzetközi tudományos folyóiratcikk;
- 1750 független idézet (MTMT szerint);
- 275 szakmai, döntő többségében angol nyelvű nemzetközi konferencia előadás;
- 32 tudománynépszerűsítő előadás;
- részvétel 11 kutatási pályázatban (ebből 5 alkalommal témavezetőként);
- kb. 30 nemzetközi tudományos konferencia szervezése;
- 2003-tól az Alkalmazott Matematikai Lapok és 2008-tól az Aequationes Mathematicae

nemzetközi folyóirat főszerkesztője;
- 9 további nemzetközi tudományos folyóirat szerkesztőbizottságának a tagja;
- 4 nemzetközi konferenciasorozat (DKWS, CIA, ISFE, ICFEI) tudományos tanácsának a tagja;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- referálói munka (Mathematical Rewievs, 1987-től; Zentralblatt, 1992-től);
- Az MTA Doktori Tanácsának tagja 2017-től;
- A Debreceni Akadémiai Bizottság alelnöke 2014-től;
- A Debreceni Egyetem Professzori Klubjának alelnöke 2014-től;
- Az OTKA Műszaki és Természettudományi Kollégiumának tagja 2016-tól;
- A Bolyai János Kutatási ösztöndíj Kuratórium Szakértői Kollégiumának tagja 2016-tól;
- 50 BSc, MSc szakdolgozat és diplomamunka témavezetése;
- 9 PhD hallgató témavezetése (7 sikeresen védett doktorandusz);
- megyei szintű matematikai versenyek szervezése, feladatsorok összeállítás;
- Hajdú–Bihar Megyei Matematika Szakkör vezetése (1999–2002).

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *1980: Rényi Kató-emlékdíj (Bolyai János Matematikai Társulat);*
- *1981: XV. OTDK Nívódíj;*
- *1983*: *Grünwald Géza-emlékérem (Bolyai János Matematikai Társulat)*;
- 1988: Miniszteri Dicséret (Oktatási Miniszter);
- 1992: *Alexits György-díj (MTA Matematikai Tudományok Osztálya)*;
- 1992-1993: *Humboldt-ösztöndíj (Alexander von Humboldt Stiftung)*;
- 1997-2000: Széchenyi Professzori Ösztöndíj***;***
- ***1998: A lengyelországi Marek Kuczma-verseny 1. díja;***
- ***2000: Bolyai Farkas-díj (Arany János Közalapítvány);***
- ***2001-2003: Széchenyi István-ösztöndíj;***
- ***2002: Címzetes főiskolai tanár (Nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző Főiskola);***
- ***2004: Akadémiai Díj (MTA Elnöksége);***
- ***2009: Szent-Györgyi Albert-díj (Oktatási Miniszter);***
- ***2011: Szele Tibor-emlékérem (Bolyai János Matematikai Társulat);***
- ***2013-2014: Szentágothai János-ösztöndíj (Nemzeti Kiválósági Program);***
- 2014: ***Széchenyi-díj;***

Név: Dr. Pink István	**születési év: 1973**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, matematika szakos középiskolai tanár, KLTE, 1998.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2006); dr. habil. cím (2017).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1996-től, doktoranduszként 1998-tól, oktatóként 2002-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: diszkrét matematika; matematikai alapok; biomatematika; gazdasági matematika; informatika alapjai; kriptográfia; számelmélet (elemi, algebrai, klasszikus); szuperelliptikus egyenletek; válogatott matematikai érdekességek.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)
  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

1. Bérczes A., Pink I. On the Diophantine equation $x^2+p^{2k}=y^n$. Arch. Math. 91 (2008), no. 6, 505-517.
2. Bennett M. A., Pink I., Rábai Zs. On the number of solutions of binomial Thue inequalities. Publ. Math. Debrecen 83 (2013), no. 1-2, 241-256.
3. Hajdu L., Pink I. On the Diophantine equation $1+2^a+x^b=y^n$. J. Number Theory 143 (2014), 1-13.
4. Bérczes A., Luca F., Pink I., Ziegler V. Finiteness results for Diophantine triples with repdigit values. Acta Arith. 172/2, (2016), 133-148.
5. Bérczes A., Hajdu L., Miyazaki T., Pink I. On the equation $1^k + 2^k + \cdots + x^k = y^n$ for fixed x. Journal of Number Theory 163, (2016), 43-60.

további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 21 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
- 91 független idézet (MTMT szerint);
- 22 szakmai, döntő többségében angol nyelvű menzetközi konferencia előadás;
- 10 tudománynépszerűsítő előadás;
- részvétel 5 kutatási pályázatban;
- Bsc, Msc, PhD témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- referálói munka (Zentralblatt 2010-től);

az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 1998: TTK Emlékérem, Kossuth Lajos Tudományegyetem TTK;
- 2015: Posztdoktori ösztöndíj , Austrian Science Fund (FWF) pályázat, Salzburg, (19 hónap);

Név: Dr. Pongrácz András	**születési év: 1986.**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Eötvös Loránd Tudományegyetem, 2009.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!), ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** (*„*dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD (matematika, 2012.) Az értekezés címe: Reducts of homogeneous relational structures.

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 2007-től, doktoranduszként 2009-től 2012-ig, majd oktatóként 2015-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: lineáris algebra; bevezető analízis, valószínűségszámítás illetve operációkutatás; diszkrét matematika; elemi matematika; számelmélet, algebra, univerzális algebra és matematikai logika, csoportelmélet, gyűrű- és testelmélet, modulusok és véges testek elmélete.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátteréként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- ***M. Bodirsky, M. Pinsker és A. Pongrácz, Reconstructing the topology of clones***, Transactions of the American Mathematical Society 369 (2017) 3707–3740.
- ***A. Pongrácz, Reducts of the Henson graphs with a constant***, Annals of Pure and Applied Logic (2014) 32 pp, elfogadva.
- ***M. Bodirsky, M. Pinsker és A. Pongrácz, The 42 reducts of the random ordered graph***, Proceedings of the London Mathematical Society 111:3 (2015) 591–632.
- ***P. P. Pach, M. Pinsker, G. Pluhár, A. Pongrácz és Cs. Szabó, Reducts of the random partial order***, Advances in Mathematics 267 (2014) 94–120.
- ***G. Horváth, P. Mayr és A. Pongrácz, Characterizing translations on groups by cosets of their subgroups***, Communications in Algebra 40:9 (2012) 3141–3168.

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 15 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk és 2 konferenciaközlemény számítástudományi konferencián, és 1 magyar nyelvű összefoglaló cikk;
- 25 független idézet (MTMT szerint);
- 20 szakmai angol nyelvű menzetközi konferencia előadás;
- 19 tudománynépszerűsítő előadás;
- részvétel 4 kutatási pályázatban (2 OTKA, 1 ERC, 1 EPSRC);
- Bsc, Msc témavezetés;

- bírálói tevékenység nemzetközileg referált matematikai szakfolyóiratokban és számítástudományi konferenciákon;
- referálói munka (Mathematical Rewievs);
- meghívott kutató Linzben, Norwichban, Yorkban, Lyonban, illetve egy teljes hónapra meghívott résztvevő a Hausdorff Trimester Programban (Universality and Homogeneity, Bonn)
- versenyszervezés, feladatsor összeállítás;
- tudománynépszerűsítő táborok szervezése.

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- 2008: I*nternational Mathematics Competition (Bulgária), 1. díj;*
- 2009: K*ar Kiváló Hallgatója (Eötvös Loránd Tudományegyetem)*;
- 2012: A*ward for Advanced Doctoral Students (Central European University)*;
- ***2014: Grünwald Géza Emlékérem (Bolyai Társulat).***

Név: Dr. Szilasi Zoltán	**születési év: 1983**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematika – ábrázoló geometria szakos tanár, Debreceni Egyetem, 2007.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági" (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi adjunktus

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil" cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2010).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 2003-tól, doktoranduszként 2007-től, oktatóként 2010-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: projektív geometria, elemi geometria, hiperbolikus geometria, véges geometriák, ábrázoló geometria, mérnöki matematika (analízis, lineáris algebra és valószínűségszámítás alapjai).

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

- a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

  A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

  - Z. Szilasi**,** *Moufang planes with the Newton property***,** Note di Matematica, 33 (2014), 1-10.
  - S. Bácsó, Z. Szilasi, *On the projective theory of sprays*, Acta Mathematica Academiae Paedagogicae Nyíregyháziensis 26, (2010), 171-207.
  - Z. Szilasi, *Classical theorems on hyperbolic triangles from a projective point of view*, Teaching Mathematics and Computer Science 10, (2012), 175-181.
  - Z. Szilasi, *Two applications of the theorem of Carnot*, Annales Mathematicae et Informaticae 40, (2012), 135-144.
  - Z. Szilasi, *Notes on the Cevian nest property and the Newton property of projective planes*, Elemente der Mathematik 66, (2011), 137-145.

- további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

  - 10 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
  - 16 független idézet;
  - 5 tudományos előadás;
  - 2 tudománynépszerűsítő előadás;
  - BSc, MSc témavezetés;
  - bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratokban.

- az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

  2011: Patai László Alapítvány díja.

Név: Dr. Tengely Szabolcs	**születési év: 1976**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

Okleveles matematikus, Debreceni Egyetem, 2000.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök)**, több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

Debreceni Egyetem, Természettudományi és Tehnológiai Kar Matematikai Intézet, egyetemi docens

tudományos fokozat (PhD, CSc, DLA) (friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)**,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** (*„*dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

PhD. (matematika, 2005); dr. habil. cím (2011).

az **eddigi oktatói tevékenység**

Demonstrátorként 1997-től, doktoranduszként 2001-től, oktatóként 2005-től folyamatosan részt veszek az alábbi témakörök oktatásában és tananyag fejlesztésében: algebrai algoritmusok, diszkrét matematika, elliptikus görbék, gráfelmélet I-II, informatika alapjai, számelméleti algoritmusok, www és hálózatok matematikája.

az **oktató szakmai/tudományos/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

I. a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. **5** jellemző publikáció)

A felsorolt publikációk közül aláhúzással emelje ki azokat, amelyeket a mesterképzés tudományos szakmai hátttereként elvárt országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek)hez való érdemi hozzájárulásnak tekint.

- ***Sz Tengely, M Ulas:*** On certain Diophantine equations of the form $z^2=f(x)^2\pm g(y)^2$, JOURNAL OF NUMBER THEORY 174: pp. 239-257. (2017)
- ***Sz Tengely, M Ulas:*** On products of disjoint blocks of arithmetic progressions and related equations, JOURNAL OF NUMBER THEORY 165: pp. 67-83. (2016)
- ***M A Alekseyev, Sz Tengely:*** On integral points on biquadratic curves and near multiples of squares in Lucas sequences, JOURNAL OF INTEGER SEQUENCES 17: Paper 14.6.6. (2014)
- ***F S Abu Muriefah, F Luca, S Siksek, Sz Tengely:*** On the Diophantine Equation $x^2+C=2y^n$, INTERNATIONAL JOURNAL OF NUMBER THEORY 5:(6) pp. 1117-1128. (2009)
- ***Y Bugeaud, M Mignotte, S Siksek, M Stoll, Sz Tengely Sz:*** Integral Points on Hyperelliptic Curves, ALGEBRA AND NUMBER THEORY 2:(8) pp. 859-885. (2008)

II. további tudományos kutatói, fejlesztői, alkotói, művészeti eredmények

- 32 megjelent vagy elfogadott nemzetközileg referált folyóiratcikk;
- 176 független idézet (MTMT szerint);
- 39 szakmai, döntő többségében angol nyelvű menzetközi konferencia előadás;
- 3 tudománynépszerűsítő előadás;
- részvétel 11 kutatási pályázatban;
- Bsc, Msc, PhD képzésben részvétel, témavezetés;
- bírálói tevékenység nemzetközileg referált szakfolyóiratban;
- referálói munka (Mathematical Rewievs, Zentralblatt);

- konferencia szervezésben való részvétel (több alkalommal).

III. az eddig megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség

- *1998: Kereskedelmi Bank RT Universitas Alapítvány díja;*
- *1998-1999: Köztársasági Ösztöndíj;*
- 1999: Rényi Kató-emlékdíj;
- 1999: OTDK Különdíj;
- 1999: TTK Emlékérem;
- ***2001-2005: PhD Ösztöndíj, Leideni Egyetem, Hollandia;***
- ***2006: Patai Alapítvány díja;***
- ***2006-2007: Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj;***
- ***2009-2012: OTKA Posztdoktori kutatási támogatás;***
- ***2009-2012: Bolyai János Kutatási Ösztöndíj;***
- ***2012: Meghívott előadó a 6. Európai Matematikai Kongresszuson, Aritmetikai Geometria szekció, Krakkó, Lengyelország.***
- ***2009: Akadémiai Ifjúsági Díj;***
- ***2013-2014: Nemzeti Kiválóság Program Magyary Zoltán Posztdoktori Ösztöndíj;***
- ***2013: Turán Pál-díj;***
- ***2015: Nemzeti Kiválóság Díj.***

Név: Dr. Terdik György	**születési év: 1949**

felsőfokú végzettsége és szakképzettsége, az oklevél kiállítója, éve

matematikus, KLTE, 1973.

jelenlegi **munkahely(ek),** a kinevezésben feltüntetett **munkakör(ök**), több munkahely esetén aláhúzás jelölje azt az intézményt, amelynek „kizárólagossági” (akkreditációs) nyilatkozatot (***A***) adott!

DE, IK, Információtechnológia tsz. - egyetemi tanár

tudományos fokozat (PhD, DSc,) *(friss, 5 éven belül megszerzett PhD/DLA esetén az értekezés címe is!)***,** ill. **tudományos/művészeti akadémiai cím/tagság** *(*„dr. habil” cím, MTA doktora cím (DSc); a tudományág és a dátum megjelölésével), egyéb címek)

CSc (matematika.) 1980, PhD (matematika) 1982) DSc (matematika tudományok) 2006)

az eddigi oktatói tevékenység

Valség, statisztika , 44 év, angolul, 5 tanév.

az **oktató szakmai/kutatási tevékenysége** és az **oktatandó tárgy/tárgyak** kapcsolata

a) a (szűkebb) szakterülethez kötődő publikációk (max. 5 jellemző publikáció!), kutatási-fejlesztési, alkotói, művészeti eredmények:

1. Gy. Terdik, T. Gyires, Lévy Flights and Fractal Modeling of Internet Traffic, IEEE/ACM Transactions on Networking, VOL. 17, NO. 1, 120—129, February 2009.
2. György Terdik, Bilinear Stochastic Models and Related Problems of Nonlinear Time Series Analysis, Lecture Notes in Statistics, Springer Verlag, No142 (1999), New York, xx+260 pp. ISBN 0-387-98872-6.
3. Subba Rao, Tata, and Gyorgy Terdik. "On the Frequency Variogram and on Frequency Domain Methods for the Analysis of Spatio-Temporal Data." Journal of Time Series Analysis (2017).Volume 38, Issue 2, 308-325
4. Terdik, Gy, Angular Spectra for non-Gaussian Isotropic Fields, Brazilian Journal of Probability and Statistics Brazilian Journal of Probability and Statistics 29 (4), 833-865
5. Gy. Terdik, W. A. Woyczynski, A. Piryatinska, (2006) Fractional- and integer-order moments, and multiscaling for smoothly truncated Lévy flights, Physics Letters A 348 94–109,az eddig

megszerzett szakmai jártasság, gyakorlottság, igazolható elismertség:

II.5. Idegen nyelven *(is) folytatandó képzés* bemutatásához a képzésben résztvevő oktatók aktuális személyi-szakmai adatait *(ld. II.4.)* elegendő egyszer, magyar nyelven megadni, ha az egyidejűleg benyújtásra kerülő magyar nyelvű képzés beadványában már benne vannak.

Az oktatók idegennyelv-tudását, idegen nyelvi előadó-képességét és oktatási gyakorlatának bemutatását azonban külön kérjük az alábbiak szerinti bizonyító információkkal: (*nyelvvizsga szint, külföldi, adott nyelvterületi oktatási gyakorlat, hosszabb idejű, aktív, igazolt hallgatói tapasztalat; az adott idegen nyelven tartott konferencia előadások stb.*):

az idegen nyelvű képzésben résztvevő **oktató** neve	**tud. fok. /cím** (PhD/DLA /CSc/ DSc/ akad.)	**munkakör** (ts./ adj./mo. e/f doc./ e/f tan./ tud. mts./ egyéb**)**	**részvétel (**részben vagy egészben)		**előadóképes idegennyelv-tudás bizonyítéka(i)**
			elméleti **I/N**	gyak.-i **I / N**	
			ismeret átadásában		
Dr. Balogh Tamás László	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Baran Ágnes	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Baran Sándor	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (71/1996) • legalább féléves angol nyelvterületi oktatási tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Barczy Mátyás	PhD	e. docens	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Bazsó András	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Bérczes Attila	DSc	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (101/1999 szakf.) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Bessenyei Mihály	PhD	e. docens	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Boros Zoltán	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga

					(101/1999 szakf.) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Burai Pál	PhD	e. docens	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Czeglédi Pál	PhD	e. docens	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Fazekas Borbála	PhD	e. tanársegéd	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Fazekas István	DSc	e. tanár	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (310/1991 szakf.) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Figula Ágota	PhD	e. docens	I	I	• legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Gáll József	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (gazd. szakf. 000190/1997.) • legalább féléves, angol nyelvterületi oktatási tapasztalat • legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Gát György	DSc	e. tanár	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Hajdu Lajos	DSc	e. tanár	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (312/1992 szakf.) • legalább féléves, angol nyelvterületi oktatási

					tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Horváth Gábor	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (SN0512 7614) • legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Kapás Judit	PhD	e. tanár	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Kozma László	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (N2348/1984) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Lovas Rezső	PhD	e. adjunktus	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (T-101/2001) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Mészáros Fruzsina	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Muzsnay Zoltán	PhD	e. docens	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Novák-Gselmann Eszter	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Nyul Gábor	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Páles Zsolt	DSc	e. tanár	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga (KLTE 233/1986 szakf) • legalább féléves, angol nyelvterületi oktatási

					tapasztalat • legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Pink István	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Pintér Ákos	DSc	e. tanár	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Pongrácz András	PhD	e. adjunktus	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga • legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat (külföldi egyetemi PhD, CEU) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Szilasi Zoltán	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Tengely Szabolcs	PhD	e. docens	I	I	• felsőfokú nyelvvizsga • legalább 1 éves aktív, dokumentált külföldi hallgatói tapasztalat (külföldi egyetemi PhD, Leiden) • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Terdik György	DSc	e. tanár	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás
Dr. Tóth Kornél	PhD	e. adjunktus	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott

					konferencia előadás
Dr. Tran Quoc Binh	PhD	tud. főmunkatárs	I	I	• középfokú nyelvvizsga • legalább 6, angol nyelven tartott konferencia előadás

II.6. Nyilatkozatok

- Az intézmény **rektora által aláírt névsor** az AT, AR és AE oktatókról (*név, születési idő, FIR azonosító szám*), mely tanúsítja, hogy minden felsorolt oktató a vonatkozó jogszabályi előírás szerinti („kizárólagossági") nyilatkozatot adott a FOI-nek. Ha az oktató nem szerepel a rektor által aláírt listán, akkreditációs szempontból nem vehető figyelembe!
- **Létesítés alatt álló intézmény** vagy más okból történő **„átlépés"** esetében az átlépő szándéknyilatkozó oktató csak akkor vehető figyelembe akkreditációs szempontból, ha csatolják a korábbi/addigi intézménye rektorának nyilatkozatát, mely szerint a rektornak tudomása van arról, hogy az adott oktató ennek az intézménynek tett akkreditációs nyilatkozatát visszavonja/visszavonta.
- Az **intézményvezető szándéknyilatkozata** arról, hogy biztosítja a fenti táblázatokban megnevezett oktatók foglalkoztatását a jelzett módon az intézményben az indítandó képzés egy teljes ciklusára, illetve gondoskodik a személyi feltételek bemutatott szakmai megfelelőségének fenntartásáról.
- Az intézménnyel (**köz)alkalmazotti jogviszonyban / munkaviszonyban nem állók** *(pl. egyes AE, valamint a V oktatók)* nyilatkozata arról, hogy vállalják a nevük alatt feltüntetett tantárgyak oktatását és az oktatási követelmények teljesítését.

*** * ***

III. A SZAKTERÜLETI TUDOMÁNYOS HÁTTÉR

(max. 2 oldal terjedelemben)

Az intézményben a szak képzési területén, illetve a kapcsolódó tudományterületeken országosan (és nemzetközileg) elismert szakmai műhely(ek), együtt dolgozó szakmai közösségek tudományos (*alkotói, K+F, művészeti)* programja, fontosabb publikációs, pályázati és együttműködési eredményei, azok vezetői és résztvevői

A Matematikai Intézet munkatársai között jelenleg 3 professzor emeritus, 6 egyetemi tanár, 10 egyetemi docens, 9 egyetemi adjunktus, 9 tanársegéd és 1 tudományos főmunkatárs végzi oktató és kutató munkáját. Közülük hárman, Dr. Daróczy Zoltán, Dr. Győry Kálmán és Dr. Páles Zsolt, akadémikusok. Több kollégánk magas állami vagy szakmai kitüntetés birtokosa. Jelenlegi és egykori kollégáinknak köszönhetően Intézetünk számos, országos és nemzetközi viszonylatban ismert és elismert szakami műhelynek ad helyet. A műhelyekhez kapcsolódó kutatások hatékonyságát jól mutatja a nemzetközileg referált, rangos folyóiratban megjelent nagy számú közlemény. A főbb kutatási témák tanszéki csoportosításban a következők.

Az *Algebra és Számelmélet Tanszék* két fő kutatási iránya a számelmélet és az algebra, melyekhez újabban kombinatorikai kutatások is társultak. A számelméltei kutatások elsősorban diofantikus egyenletekre és azokkal kapcsolatos témákra vonatkoznak. Kiemelkedő eredményeket értek el az egységegyenletek, Thue és Thue-Mahler egyenletek, elliptikus és szuperelliptikus egyenletek, diszkrimináns egyenletek, indexforma egyenletek, hatvány egész bázisok, normaforma egyenletek, szóteső forma egyenletek, rezultáns egyenletek és kombinatorikus jellegű diofantikus egyenletek vizsgálata során. Vizsgálták a megoldások számosságát, eloszlását és aritmetikai tulajdonságait. Effektív, illetve explicit korlátokat adtak a megoldásokra és a megoldásszámra. Eredményeiknek számos alkalmazását adták. Az algebrai kutatások fő irányai az algebra és bonyolultságelmélet kapcsolata, egyenletmegoldhatóság bonyolultságának meghatározása, csoportok, gyűrűk feletti polinomfüggvények leírása, differenciálegyenletek Lie csoportjainak leírása, szimmetrikus és alternáló csoportok karakterelmélete, hibajavító kódok elmélete és alkalmazásaik, kódelmélet, csoportreprezentáció elmélet, valamint az algebra és modellelmélet határterületei.

Az *Analízis Tanszék* legrégebbi, napjainkban is meghatározó kutatási területe a függvényegyenletek és -egyenlőtlenségek elmélete (regularitás- és stabilitáselmélet, spektrálszintézis, spektrálanalízis, középértékek elmélete). Azonban az utóbbi évtizedekben a kutatási spektrum jelentősen bővült: jelenleg kiterjedt kutatások folynak a nemsima és konvex analízis, az operátoralgebrák megőrzési problémái, a szélsőérték és optimális irányításelmélet, az iteratív fixponttételek, az információelmélet, a konvex és kombinatorikus geometria, a Fourier-sorok elmélete, a diadikus és harmonikus analízis, a differenciaegyenletek, a parciális differenciálegyenletek numerikus módszerei, valamint a matematikai fizika témaköreiben is.

A *Geometriai Tanszék* régi hagyományokkal rendelkezik a differenciálgeometriai kutatások területén. Legfontosabb kutatási profilja a debreceni Finsler-geometriai tudományos iskola tevékenységével kapcsolatos. E tudományos iskolának az eredményes tevékenysége a Finsler-geometria megalapozására, az általános metrikák speciális típusainak vizsgálatára, Finsler terek geometriai struktúrájának vizsgálatára illetve pályaterek Finsler metrizálhatóságának és projektív Finsler metrizálhatóságának vizsgálatára irányul. Ezen túlmenőleg számos egyéb terület is megtalálható kutatási profilban, mint például a Riemann-geometria, konvex geometria és a geometriai tomográfia, a sima loopok Lie-elmélete, a variációszámítás inverz problémája és a szövetgeometria. A kutatási témákat leginkább a differenciálgeometriai karakter kapcsolja össze, de intenzíven használja a differenciálegyenletek geometriáját, a geometriai transzformáció csoportok, affin szimmetrikus terek és reduktív terek eszközeit, kombinálva az analitikus elméletet az invariáns differenciál kalkulus és a Lie-elmélet módszereivel.

A széles kutatási profilnak köszönhetően szoros szakmai kapcsolatot tartunk hazai és külföldi kutatókkal, intézetekkel és egyetemekkel (MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet; ELTE; Soproni Egyetem; Miskolci Egyetem; Leideni Egyetem; Grazi Egyetem; Salzburgi Egyetem; Zágrábi Egyetem; Hertfordshirei Egyetem; Passaui Egyetem; linzi Johanes Kepler Egyetem; Sziléziai Egyetem; Bielsko-Bialai Egyetem; Zielona Górai Egyetem; Krakkói Egyetem; Babes Bolyai Egyetem; Tbiliszi Egyetem; Jénai Egyetem; indinapolisi Purdue Egyetem; Chongqingi Egyetem; Erlangeni Egyetem); Luxemburgi Egyetem).

Fontos kiemelni, hogy Intézetünk saját szakmai folyóiratot gondoz. A *Publicationes Mathematicae Debrecen* a matematika minden területéről megjelentet cikkeket, és nagy nemzetközi megbecsülésnek örvend. Emellett Intézetünk ad helyet a Birkhäuser-Springer kiadó által kiadott *Aequationes Mathematicae* folyóirat főszerkesztőségének. Számos nemzetközi konferencia vagy konferenciasorozat alkalomszerű szervezése mellett hármat teljes egészében mi rendezünk (Conference on Inequalities and Applications; Debrecen-Katowice Winter Seminars on Functional Equations and Inequalities; International Students' Conference on Analysis). Szakmai műhelyeink az intézményen belül is aktív tudományos szerepet játszanak, amelynek a rendszeres tanszéki és alkalmi intézeti szemináriumok adják helyszíneit. Ez utóbbi az állandó fóruma külföldi vagy hazai vendégeinknek is.

Az Alkalmazott Matematika Tanszék szervezetileg nem tartozik ugyan az Intézethez, de részt vesznek az oktatásban, s ezen keresztül a tehetséggondozásban. Kutatási tevékenységüket a statisztika, sztochasztikus folyamatok,

numerikus analízis és a lineáris programozás témakörében fejtik ki. Publikációs tevékenységük, nemzetközi és hazai kapcsolatrendszerük jelentős.

Az utóbbi öt év legfontosabb kutatási pályázatai:

- **Effektív, kvantitatív és számítógépes vizsgálatok a diofantikus számelméletben (OTKA K100339)**
  Vezető: Dr. Győry Kálmán; résztvevők: Bérczes Attila, Gaál István, Győr Kálmán, Hajdu Lajos, Kovács Tünde, Nyul Gábor, Pintér Ákos, Tengely Szabolcs. (Futamidő: 2012–2016.)
- **Számelméleti kutatások (OTKA NK104208)**
  Vezető: Dr. Pintz János; résztvevők: Bazsó András, Bertók Csanád, Bérczes Attila, Győry Kálmán, Kovács Tünde, Pintér Ákos, Tengely Szabolcs. (Futamidő: 2012–2016.)
- **Diofantikus számelmélet: kvalitatív, kvantitatív és numerikus vizsgálatok (OTKA K115479)**
  Vezető: Dr. Győry Kálmán; résztvevők: Bérczes Attila, Gaál István, Győr Kálmán, Hajdu Lajos, Kovács Tünde, Nyul Gábor, Pink István, Pintér Ákos, Tengely Szabolcs. (Futamidő: 2012–2016.)
- **Klinikai megfigyelések matematikai modellezése a melanoma hatékonyabb detektálásához (OTKA NK101680)**
  Vezető: Dr. Hajdu Lajos; résztvevő: Pintér Ákos. (Futamidő: 2012–2015.)
- **Algebrai módszerek a bonyolultságelméletben (OTKA K109185)**
  Vezető: Dr. Horváth Gábor; résztvevők: Pongrácz András, Földvári Attila. (Futamidő: 2013–2018.)
- **Függvényegyenletek és egyenlőtlenségek (OTKA NK81402)**
  Vezető: Dr. Páles Zsolt; résztvevők: Bessenyei Mihály, Boros Zoltán, Burai Pál, Daróczy Zoltán, Gát György, Gilányi Attila, Gselmann Eszter, Járai Antal, Lovas Rezső, Maksa Gyula, Makó Judit, Mészáros Fruzsina, Székelyhidi László, Szilasi József. (Futamidő: 2010–2014.)
- **Függvényegyenletek és egyenlőtlenségek (OTKA K111651)**
  Vezető: Dr. Páles Zsolt; résztvevők: Bessenyei Mihály, Boros Zoltán, Burai Pál, Daróczy Zoltán, Gát György, Gilányi Attila, Gselmann Eszter, Járai Antal, Lovas Rezső, Maksa Gyula, Makó Judit, Mészáros Fruzsina, Székelyhidi László, Szilasi József. (Futamidő: 2015–2018.)
- **MTA-DE Lendület Funkcionálanalízis kutatócsoport (LP2012-46/2012)**
  Vezető: Dr.Molnár Lajos; résztvevők: Gselmann Eszter, Nagy Gergő, Szokol Patricia, Gehér György, Pálfia Miklós, Virosztek Dániel. (Futamidő: 2012–2017.)
- **Egyenletek, függvények, görbék kutatócsoport (MTA-DE 2012)**
  Vezető: Dr. Pintér Ákos; résztvevők: Bazsó András, Ferenczik Judit, Rábai Zsolt, Szabó Tímea, Varga Nóra. (Futamidő: 2012–2016.)
- **Egyenletek, függvények, görbék kutatócsoport (MTA-DE 11111)**
  Vezető: Dr. Pintér Ákos; résztvevők: Bazsó András, Bertók Csanád, Ferenczik Judit, Szikszai Márton, Kiss Tibor Varga Nóra. (Futamidő: 2017–2021.)
- **BIOMICS, Biological and Mathematical Basis of Interaction Computing (CNECT-31820)**
  Vezető: Paolo Dini; résztvevők: Figula Ágota, Gselmann Eszter, Halasi Zoltán, Horváth Gábor, Podoski Károly, Pongrácz András, Hanusch Carolin Muzsnay Zoltán, Milkovszki Tamás. (Futamidő: 2012–2016.)
- **Lie Groups, Differential Equations and Geometry (LIE-DIFF-GEOM-317721)**
  Vezető: Kozma László, Debreceni Egyetem; résztvevők: Figula Ágota, Muzsnay Zoltán, Milkovszki Tamás. (Futamidő: 2014–2017.)
- **Magyar-Román TÉT pályázat (TÉT_12_RO-1-2013-0008)**
  Vezető: Muzsnay Zoltán; résztvevők: Aradi Bernadett, Ion Bucataru, Kertész Dávid; Kozma László, Milkovszki Tamás, Radu Peter. (Futamidő: 2013–2014.)

A kutatási tevékenységünk részben kihat a tehetséggondozásra is. Ennek köszönhetően évről évre sok jó képességű hallgatónk nyer demonstrátori és köztársasági ösztöndíjat, vagy szerepel jól kari és országos diákköri konferenciákon. Egy részüket a Matematika és Számítástudományi Doktori Iskola fogadja mint doktorandusz hallgatót. Doktori iskolánk jelenleg 8 törzstaggal, 70 oktatóval és 17 témavezetővel működik. A mesterképzés tantervi programjának összeállításakor figyelmbe vettük, hogy szakmai műhelyeink kutatási tevékenysége és eredményei hogyan illeszthetők harmonikusan a képzés különféle szintjeibe.

IV. A SZAKTERÜLETI INFRASTRUKTURÁLIS FELTÉTELEK

A képzés **tárgyi feltételei**, a rendelkezésre álló **infrastruktúra** bemutatása:

- Tantermek, előadótermek, laboratóriumok és eszközellátottságuk, műhelyek, gyakorlóhelyek:

Intézetünkben egy 100 fő befogadására alkalmas nagy előadóterem, egy 40 fő befogadására alkalmas kis előadóterem, valamint 5 darab 26 fő befogadására alkalmas szemináriumi terem található. Az előadók és szemináriumi terem jól karban tartott projektorral, a kiselőadó intelligens táblával is föl van szerelve. Túlnyomó részben vizuáltáblákat használunk. Fontos azt is megemlíteni, hogy ha a hallgatói létszám vagy az órarendi elhelyezés ezt szükségessé teszi, a Kar rendelkezésünkre bocsát megfelelő kapacitású előadókat vagy szemináriumitermeket. Mivel a képzésünk egy részét az Informatikai Kar és a Gazdaságtudományi Kar segíti, ezért bizonyos kurzusokhoz e karok biztosítanak jól felszerelt, kiváló adottságokkal bíró helyszínt. Rendelkezünk egy intézeti tanácsteremmel és két tanszéki szemináriumi teremmel. Mindegyik vizuáltábláva, projektorral van fölszerelve. A tanszéki szemináriumok és intézeti tanácsülések mellett gyakran helyet kapnak ezekben diplomamunka védések, doktori szigorlatok és védések, valamint hallgatóknak szánt (órarendben nem szereplő) konzultációs pótgyakorlatok.

- Számítástechnikai, oktatástechnikai ellátottság:

Az Intézet épületében 1 számítógépes labor van, 16 géppel fölszerelve. Emellett 2 darab kari számítógépes terem áll rendelkezésünkre, az egyikben 26 a másikban 30 számítógéppel (ezekben tartjuk a gépes óráink jelentős részét). A gépeken Maple, Magma és a DE-n elérhető szoftverek (például SPSS) és ingyenesen használható szoftverek (például az R statisztikai szoftvercsomag) fut. Ahogy erre az előző pontban részletesen kitértünk, 4 intézeti terem projektorral van felszerelve,az egyikben pedig interaktív tábla is található.

- Könyvtári ellátottság; a papíralapú, illetve elektronikusan elérhető fontosabb szakmai folyóiratok és a szak szempontjából fontos szakkönyvek könyvtári, ill. internetes elérhetősége, a könyvtár ezen adatait tartalmazó honlap címe

Gyűjteményünk az egyetemen folyó matematika oktatással egyidőben indult. Jelentős adományok, ajándékok, cserelehetőségek révén és tervszerű gyarapításnak köszönhetően könyvtárunk mára komoly, jelentős matematikai szakgyűjteménynek számít.
Állományunk főképpen könyvekből és folyóiratokból áll. A könyvtár helyiségei: kölcsönző (iroda) folyosó (papír- és, számítógépes katalógusokkal), olvasóterem (számítógépekkel, kézikönyvekkel, friss folyóiratszámokkal), hagyatéki olvasóterem, nagy- és kisraktár.
Könyvtárunkban kb. 26 ezer könyv van, melyek nagy többsége (korlátozottan) kölcsönözhető.
Könyvtárunk különgyűjteménnyel rendelkezik az 1900 előtti muzeális értékű könyvekből. Ezen védett könyvek nem kölcsönözhetőek.

A könyvtárba 2017-ben 166 folyóiratcím érkezhet (ebből 149 papír alapon, 14 elektronikusan, 3 mindkét módon), melyekből 2 újság nyelve magyar. A folyóiratok 10 százalékára van előfizetésünk, többit cserébe kapjuk az Intézet *Publicationes Mathematicae Debrecen* című folyóiratáért. A sajnálatos financiális nehézségek miatt újból és újból szembesülünk a könyvtár költségvetésének kényszerű csökkentésével. Bízunk abban, a magas szintű tudományos kutatómunkához elengedhetetlenül szükséges naprakész információ eztán is a rendelkezésünkre áll majd.

- A hallgatói tanulmányok eredményes elvégzését segítő további szolgáltatások, juttatások, a biztosított taneszközök *(tankönyv, jegyzet* ellátás stb.), mindezek az **idegen nyelven folyó képzésben az adott idegen nyelvű anyaggal!**

Intézetünk új honlapján minden kollégánknak lehetősége és felelőssége az adott félévben oktatott tárgyainak syllabuszát (mely tartalmazza a tárgy alapadatait, a számonkérés és teljesítés feltételeit, a mintafeladatsorokat és a tételsort) elérhetővé tenni. Számos esetben különféle segédletek, példasorok, előadáskövető jegyzetek, vagy ezekre mutató linkeket az érintett oktató személyes honlapján szintén elérhetővé teszi. A leggyakrabban ajánlott, főtárgyakhoz kapcso-

lódó jegyzetek nagy példányszámban elérhetőek hallgatóink számára az Intézet könyvtárában. Egyes oktatóink moodle rendszerrel teszik hatékonyabbá a tananyag elsajátítását.
Intézetünk önképzőköre, a Thalész-kör komoly részt vállal az alsóbbéves hallgatók zárthelyi dolgozatra történő felkészítésében, szükség esetén felzárkóztatásában. Kollegáink a szokásos fogadóóráikon túl nem zárkóznak el a dolgozatok, vizsgák előtt konzultációs különalkalmak megtartásától sem.
Mindezeket az idegen nyelvű képzésben ugyanígy rendelkezésre bocsátjuk, amenyibben e képzésre lesz jelentkezőnk. Fontos kiemelni, hogy az angol nyelvű képzést, egyáltalán a külföldi hallgatók beilleszkedését példaértékű módon segíti a Kar által kiadott Bulletin.

- Az oktatás egyéb, szükségesnek ítélt feltételei (*ha vannak*)

-

V. A KÉPZÉSI LÉTSZÁM ÉS KAPACITÁS

A tervezett **hallgatói létszám** és annak indoklása

Az alkalmazott matematikus mesterképzési szak hallgatói létszámát az alábbiak szerint állapítjuk meg: Nappali tagozatos államilag finszírozottak száma: 10 fő; nappali tagozatos önköltséges hallgatók száma: 10 fő; levelezős hallgatók száma: 0 fő. Indoklás:

A létszám megállapításakor három fontos tényt mérlegeltünk: saját oktatói kapacitásunkat, az alapképzés végeztével távozó illetve maradó hallgatóink arányát, valamint a munkaerőpiaci keresletet. Az oktatói kapacitás fölmérésekor a teljes képzésünket, vagyis az alapszak mellett az osztatlan tanárszakot és a két mesterképzési szakot mindenképp figyelembe kell venni. Ezek eredőjeként adódik, hogy Intézetünk 120-150 elsőéves hallgató fogadására képes. Az utóbbi évek adatai szerint a tanárszakosok aránya jelentősen megnőtt és egyben stabilizálódott: tipikusan az évfolyam kétharmadát teszi ki. A másik fontos tény, hogy eddigi tapasztalataink alapján az alapszakra jelentkezők zöme az államvizsga után elhelyezkedik, és nem marad bent a mesterképzésben. Ez különösen az alapképzés alkalmazott matematika szakirányos hallgatóira jellemző; ennek következményeként a mesterképzésre az alapszakosok legfeljebb harmadrésze lép be. Az így adódó létszám nem terheli túl a mesterképzés oktatói kapacitását. Ez azért különösen fontos, mert az alklmazott matematikus mesterképzés sokkal nagyobb törődést és figyelmet igényel oktatói részről. Ezeknek a hallgatóknak ugyanis nem csupán az ismeretanyag elsajátítása fontos, hanem az önálló és alkotó gondolkodásmód kialakítása is. A megjelölt létszám hozzájárul a leendő doktoranduszok kiválasztásához is, hiszen a Matematikai és Számítástudományi Doktori Iskola hallgatóinak egy része az alkalmazott matematikus mesterképzésből kerül ki. Harmadszor, ami a munkaerőpiacai igényeket illeti, a végzett alkalmazott matematikus hallgatók túlnyomórészt cégeknél tudnak elhelyezkedni. A már végzett alkalmazott matematikus mesterszakosok beszámolói szerint, szinte mindegyikük ilyen jellegű munkahelyre kerül, ami jól mutatja, hogy a helyi és regionális munkaerőpiaci igények mellett nincs túlképzésünk. Hallgatóink a szakmájuk műveléséhez szükséges ismeretekkel és képességekkel fölvértezve tudnak munkába állni.

Az intézmény **képzési kapacitása** az *érintett képzési területen*, ill. *szakon* (OH adatok)

A DE TTK Matematikai Intézetének alkalmazott matematikus mesterképzési szakon első helyre 5 fő jelentkezett nappali tagozatos, államilag finanszírozott képzésre, költségtérítésesre pedig 1 fő a 2017 március 15-i hivatalos statisztika alapján. Ennek alapján megállapítható, hogy a DE TTK Matematikai Intézete rendelkezik a szak indításához szükséges kapacitásokkal.