

MATEMATIKA U TEHNICI: PRIMENA INOVATIVNIH INŽENJERSKIH METODA, TEHNIKA I ALATA

¹Nebojša M. Ralević, ²Vladimir Đ. Đaković

¹Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

^{1,2}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹nralevic@uns.ac.rs, ²v_djakovic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: Uslovi permakrize posebno ističu nužnost multidisciplinarnosti kao neizostavnog faktora u rešavanju kompleksnih izazova u savremenoj poslovnoj praksi. Studijski program Matematika u tehnici (II godišnji) na master akademskim studijama Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu omogućava adekvatan odgovor na uslove okruženja i zahteve za permanentnim unapređenjem znanja i iskustava sa efektivnim i efikasnim korišćenjem resursa. Obrazovni proces i odgovarajući ishodi datog studijskog programa predstavljaju osnov sticanja i održanja konkurentne prednosti sa posebnim akcentom na primenu inovativnih inženjerskih metoda, tehnika i alata.

Ključne reči: Fuzzy, portfolio, investiranje, rizici, permakriza

MATHEMATICS IN ENGINEERING: APPLICATION OF INNOVATIVE ENGINEERING METHODS, TECHNIQUES AND TOOLS

Abstract: Permacrisis conditions particularly emphasize the necessity of multidisciplinary as an indispensable factor in solving complex challenges in modern business practice. The study program Mathematics in Engineering (II year) at the Master academic studies of the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad enables an adequate response to environmental conditions and requirements for permanent improvement of knowledge and experience with effective and efficient use of resources. The educational process and the corresponding outcomes of the given study program represent the basis of gaining and maintaining a competitive advantage with a special emphasis on the application of innovative engineering methods, techniques and tools.

Key Words: Fuzzy, Portfolio, Investments, Risks, Permacrisis

1. UVOD

Studijski program master akademskih studija Matematika u tehnici je jedan od programa na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Realizacija studijskog programa je započeta 2019. godine. Planirani broj studenata koji mogu biti upisani u prvu godinu ovog studijskog programa je 32, odnosno 64 na obe godine. Nastava se izvodi na srpskom i engleskom jeziku. Njegova naučna, stručna odnosno umetnička oblast je: IMT studije (Primenjena matematika: Matematičke nauke; Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo). Obim studija izražen ESPB bodovima je 120-123. Studije traju dve godine i svi predmeti su jednosemestralni. Nastava se organizuje kroz predavanja i vežbe.

Program predstavlja nastavak studijskog programa osnovnih akademskih studija matematike i tehnički orijentisanih studijskih programa osnovnih akademskih studija i na srodnim fakultetima. Uobičajena podela na naučne i obrazovne oblasti je dovela do nerazumevanja inženjera različitih struka pri zajedničkom radu na istom projektu, kao i do nedovoljnih znanja različitih struka u realizaciji sistema koji se danas sreću u praksi. Svaka struka vidi dominantno samo svoj aspekt. Tesna povezanost matematike i tehničkih disciplina, pri kreiranju modela u tehnici implicira da je pored znanja iz tehnike potrebno posedovati znanja iz matematike.

Matematiku u tehnici, u obrazovnom smislu, treba posmatrati kao studijski program nastao kao odgovor na potrebe iz prakse. Ovaj program omogućava studentima da u okviru izbornih predmeta dodatno prošire i prodube znanja iz matematike i konkretizuju svoja znanja koja se baziraju na razumevanju osnovnih principa iz različitih oblasti tehnike, ovladaju dopunskim stručnim znanjima, steknu sposobnost integracije znanja koje u svakom posebnom slučaju treba primeniti i da tokom realizacije programa budu uvedeni u istraživački rad.

Zbog raznolikosti završenih osnovnih studija upisanih kandidata (položeni predmeti odnosno njihov sadržaj je različit), izbornost predmeta se javlja kao mogući problem. Komisija za vrednovanje studijskog programa, odnosno rukovodilac studijskog programa najpre sastavlja listu predmeta koje je već slušao na osnovnim studijama (student ih ne može birati). U dogovoru sa rukovodiocem studijskog programa i uz savetovanje kompetentnih nastavnika master studija, kandidat sastavlja spisak predmeta studija. Spisak predmeta treba da bude smislen i da čini celinu. Po upisu kandidata, rukovodilac studijskog programa predstavlja katedri kandidate sa izabranim spiskom predmeta.

Koncept predmeta i izbornih pozicija programa je linijski, odnosno takav da se pri izboru mora pratiti tzv. linija povezanih predmeta. Sa druge strane, broj predmeta je takav, da kandidatu ostaje dovoljan broj izbornih predmeta van linije koje može birati, te da mu omogući odgovarajuća specijalna znanja za užu specijalizaciju i rad na određenim pozicijama, a i za nastavak studija.

KURIKULUM

I GODINA

I semestar:

Izborna pozicija 1 (bira se 4 od 17): 1. Elementi topologije, 2. Slučajni procesi, 3. Odabrana poglavlja iz logike, 4. Fazi matematika, 5. Geometrija, 6. Teorija automata, 7. Numerička matematika, 8. Diferencijalne jednačine, 9. Specijalne funkcije i integralne transformacije, 10. Istorija matematike, 11. Linearno programiranje sa primenama, 12. Odabrana poglavlja iz algebre, 13. Odabrana poglavlja kombinatorike, 14. Odabrana poglavlja teorije grafova, 15. Osnovi statistike, 16. Odabrana poglavlja primenjene statistike, 17. Računarska inteligencija-matematičke osnove;

Izborna pozicija 2: (bira se 1 od 5): 1. Jednačine matematičke fizike, 2. Upravljanje portfoliom preduzeća, 3. Statistički napredni modeli, 4. Statističke metode i strukturalno modelovanje u inženjerstvu, 5. Mašinsko učenje u embeded sistemima;

Izborna pozicija 3 (bira se 1 od 6): 1. Osnovne metode matematičke ekonomije, 2. Primenjena linearna algebra, 3. Monte Karlo simulacije u statističkoj fizici, 4. Bioinformatički algoritmi, 5. Algoritmi i programiranje, 6. Analiza procesa i podataka na mrežama;

II semestar:

Izborna pozicija 4 (bira se 3 od 7): 1. Nelinearno programiranje, 2. Teorija izračunljivosti, 3. Uvod u statističku fiziku, 4. Analiza kategorijalnih podataka, 5. Matematička teorija igara, 6. Finansijska matematika, 7. Razvoj softvera za embeded operativne sisteme;

Izborna pozicija 5 (bira se 3 od 8):

1. Uvod u interaktivne dokazivače, 2. Složeni linearni modeli, 3. Matematičke metode u biomedicinskim naukama, 4. Primenjena linearna algebra, 5. Teorija odlučivanja, 6. Proces razvoja računarskih igara, 7. Računovodstvo i revizija u osiguranju, 8. Aktuarska matematika neživotnog osiguranja;

II GODINA

III semestar:

Izborna pozicija 6 (bira se 3 od 12): 1. Metode numeričke optimizacije, 2. Uvod u formalne metode, 3. Formalni modeli u distribuiranom računarstvu, 4. Osnove mašinske vizije, 5. Interdisciplinarna naučna vizualizacija, 6. Fazi modeli odlučivanja, 7. Redovi čekanja, 8. Metode i tehnike dubokog učenja, 9. Sistemi velikih količina podataka, 10. Empirijsko softversko inženjerstvo, 11. Konceptijske i metodološke osnove procesa investiranja, 12. Teorija mere i integrala;

Izborna pozicija 7 (bira se 3 od 12): 1. Tomografska rekonstrukcija slika, 2. Primena nauke o podacima u infrastrukturnim sistemima, 3. Statističko programiranje, 4. Matematičke osnove prepoznavanje oblika, 5. Mašinsko učenje; 6. Uvod u semantike programskih jezika, 7. Upravljanje tehnološkim inovacijama, 8. Finansijsko inženjerstvo i rezervisanje šteta, 9. Digitalna upravljačka elektronika, 10. Matematičke metode u elektrodinamici i kvantnoj mehanici, 11. Distribuirana obrada signala, 12. Matematički modeli u računarskoj viziji;

IV semestar:

Izborna pozicija 8 (bira se 1 od 4): 1. Aktuarska matematika životnog osiguranja, 2. Matematičke osnove privatnosti podataka, 3. Matematičke osnove obrade slika, 4. Algoritmi na diskretnim strukturama;

Stručna praksa;

Master rad-studijski istraživački rad;

Master rad-izrada i odbrana.

Katedra za matematiku dodeljuje kandidatu mentora (koji obezbeđuje temu, kao i materijal iz određene oblasti matematike i oblasti izabranog predmeta iz oblasti van matematike) za izradu master rada. Student radi studijski istraživački rad pod nadzorom mentora i dužan je da izuči dostavljeni materijal, i da napiše i odbrani master rad. Rad podrazumeva sistematizaciju znanja studenta u jednoj od oblasti primenjene matematike i njime student dokazuje da je u potpunosti usvojio principe matematičkog razmišljanja i da je u stanju da prezentuje usvojeno znanje drugim licima. Svršeni student stiče akademski naziv *Master inženjer primenjene matematike*. Ishod procesa učenja je znanje koje studentima omogućava korišćenje stručne literature, primenu znanja na probleme koji se javljaju u profesiji, i omogućavanje, u slučaju da se studenti za to opredele, nastavka studija.

2. PRIMENA INOVATIVNIH INŽENJERSKIH METODA, TEHNIKA I ALATA – KONCEPTUALNI OKVIR

Studijski program *Matematika u tehnici* i njegova multidisciplinarna orijentacija, predstavlja komparativnu

prednost kada je reč o primenjenim inovativnim inženjerskim metodama, tehnikama i alatima. U uslovima permakrize, odnosno frekventne pojave kriznih stanja i ekstrema, takva orijentacija datog studijskog programa predstavlja nužnost, kako u pogledu konceptualno-metodoloških osnova, tako i primenjenih empirijskih istraživanja.

Paradigma inovativnosti uz odgovarajući teorijsko-metodološki okvir predstavlja adekvatnu osnovu za sticanje i održanje konkurentne prednosti.

Predmetna orijentacija, kako obaveznih, tako i izbornih predmeta, ukazuje na širok dijapazon istraživačkih mogućnosti, odnosno aplikativnu primenu. U tom smislu je uspostavljena solidna naučna osnova i pragmatska orijentacija u funkciji dolaženja do adekvatnih, naučno verifikovanih i pragmatski testiranih saznanja, koja su od koristi profesionalcima i široj akademskoj javnosti u predmetnoj oblasti.

To se posebno može uočiti u okviru Finansijsko-aktuarske (izborne) linije predmeta koju karakterišu sledeće grupe predmeta:

- I. Osnovne metode matematičke ekonomije, Finansijska matematika, Aktuarska matematika životnog osiguranja, Aktuarska matematika neživotnog osiguranja, Finansijsko inženjerstvo i rezervisanje šteta, Upravljanje portfoliom preduzeća, Konceptijske i metodološke osnove procesa investiranja;
- II. Slučajni procesi, Osnovi statistike, Odabrana poglavlja primenjene statistike, Statistički napredni modeli, Statističke metode i strukturalno modelovanje u inženjerstvu, Monte Karlo simulacije u statističkoj fizici, Složeni linearni modeli, Analiza kategorijalnih podataka, Redovi čekanja, Sistemi velikih količina podataka, Primena nauke o podacima u infrastrukturnim sistemima;
- III. Računarska inteligencija-matematičke osnove, Mašinsko učenje u embeded sistemima, Osnove mašinske vizije, Metode i tehnike dubokog učenja, Mašinsko učenje;
- IV. Linearno programiranje sa primenama, Nelinearno programiranje, Matematička teorija igara, Metode numeričke optimizacije;
- V. Teorija odlučivanja, Fazi matematika, Fazi modeli odlučivanja, Matematičke osnove prepoznavanje oblika.

U fokusu je razvoj i primena hibridnih modela koji podrazumevaju implementaciju inovativnih inženjerskih metoda, tehnika i alata, sa posebnim akcentom na:

- veštačku inteligenciju (neuralne mreže, genetski algoritmi, kolonije životinja, itd.),
- fazi logiku,,
- optimizaciju,
- *Big Data*,
- predikcione modele,
- tehničku analizu,
- napredno upravljanje rizicima (*Value at Risk – VaR*, *Cash Flow at Risk – CFaR*, teorija ekstremnih vrednosti – *Extreme Value Theory*, itd.).

Prethodno navedeno ukazuje na teorijsko-praktičnu orijentisanost studijskog programa Matematika u tehnici, kao i njegovu naučnu i tržišnu signifikantnost.

Poseban akcenat je dat na rešavanju kompleksnih istraživačkih izazova u domenu veštačke inteligencije, nauke o podacima, aktuarstvu, fazi sistemima, kvantifikovanja efekata od aktivnosti investiranja, portfolio optimizacije, kreiranje adaptivnih modela upravljanja rizicima u procesima investiranja, kao i donošenja optimalnih odluka o investiranju.

Studenti studijskog programa Matematika u tehnici navedena znanja i distinktivne kompetencije stiču u okviru sledećih predmeta:

- Fazi matematika,
- Računarska inteligencija-matematičke osnove,
- Aktuarska matematika životnog osiguranja,
- Aktuarska matematika neživotnog osiguranja,
- Upravljanje portfoliom preduzeća,
- Konceptijske i metodološke osnove procesa investiranja.

Primena inovativnih inženjerskih metoda, tehnika i alata u okviru navedenih predmeta omogućava efektivnu i efikasnu analizu performansi i optimalnog upravljanja aktivnostima investiranja kako sa teoretskog, tako i sa praktičnog aspekta, uz efektuiranje složenih, konkretnih izazova u dinamičnim uslovima okruženja; pri tom se sa makro i mikro aspekta vrši evaluacija rizika i efekata od aktivnosti investiranja. Takođe, razvoj odgovarajućih

matematičkih modela sa posebnim akcentom na fazi sisteme predstavlja osnovnu primenu i u sledećim oblastima: nauka o podacima i aktuarstvo. Studenti korišćenjem računara - *Fuzzy ToolBox* proučavaju kompleksne pojave u kojima egzistiraju neprecizni podaci, a jedna od oblasti primene je i u procesima investiranja. Primenjena znanja se takođe stiču u oblasti optimizacije i kreiranja optimalnog portfolija investiranja, njegove maksimalne efikasnosti i korisnosti uz minimiziranje troškova.

Interaktivnost u nastavnom procesu se posebno omogućava putem rada na digitalnoj platformi, koja pruža širok dijapazon primene prethodno navedenih inovativnih inženjerskih metoda, tehnika i alata, gde se u realnim uslovima investiranja vrši kontinuirana evaluacija stanja i prilika u savremenom tržišnom ambijentu.

3. ZAKLJUČAK

Sadašnji dvogodišnji studijski program *Matematika u tehnici* na master akademskim studijama je proistekao iz studijskog programa Matematika u tehnici, diplomatske akademske studije, prihvaćenog 06.07.2005. godine. Dalja geneza se može pratiti kroz jednogodišnje master studije sve do 2019. godine, kada je akreditovan dvogodišnji program. Prvi autor ovog rada učestvovao je od samog početka u njegovom kreiranju, kao i u izvođenju nastave na više predmeta. Drugi autor učestvuje u izvođenju nastave od 2007. godine, u okviru predmeta Portfolio menadžment.

Studijski program Matematika u tehnici na master akademskim studijama omogućava pogodan ambijent za primenu multidisciplinarnih znanja i angažovanja širokog dijapazona stručnjaka u predmetnim oblastima, što predstavlja komparativnu prednost Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Sinergetski efekat se postiže sistemskim pristupom rešavanju kompleksnih poslovnih izazova, a optimalan izbor predmeta čini osnovu kako za rešavanje projektnih zadataka, tako i definisanja predmeta, ciljeva i metodologije istraživanja master rada - studijskog istraživačkog rada.

Finansijsko-aktuarska linija upravo čini vidljivim sve pozitivne strane ovakvog pristupa, što se ogleda u atraktivnosti prilikom opredeljenja studenata za ove master studije uz odgovarajući izbor predmeta.

Prepoznatljivost datog studijskog programa naročito dolazi do izražaja u izrazito volatilnim uslovima – uslovima permakrize. Prevazilaženje izazova, odnosno ograničenja se postiže inovativnim inženjerskim metodama, tehnikama i alatima, a fleksibilnost i adaptabilnost predstavlja imperativ.

Pravci daljih istraživanja podrazumevaju fokus na dalje integrativne procese i multiplikaciju pozitivnih efekata multidisciplinarnosti koja karakteriše studijski program Matematika u tehnici.

ZAHVALNICA

Rad je podržan od strane projekta „Primena informaciono-komunikacionih tehnologija u nastavi opštih disciplina”, Departmana za opšte discipline u tehnici, Fakulteta tehničkih nauka, Univerziteta u Novom Sadu.

4. REFERENCE

- [1] Đaković, V.Đ., Ralević, N.M., Glišović, N.S. (2017). *Dynamic Optimization of the Investment Portfolio in the Contemporary Business Conditions*. Proceedings / XVII International Scientific Conference on Industrial Systems IS'17, Novi Sad, Serbia, October 4 - 6. 2017, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Industrial Engineering and Management, pp. 392 - 395, ISBN: 978-86-7892-978-6.
- [2] Mitrović, J., Đaković, V.Đ., Ralević, N.M. (2022). *Mesto, uloga i značaj savremenih naprednih alata u visokom obrazovanju: izazovi COVID-19 globalne pandemije*. XXVIII skup trendovi razvoja: „Univerzitetsko obrazovanje za privredu”, Trend 2022, Kopaonik, 14-17.02.2022, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu i Fakultet tehničkih nauka, 2022., Paper No. T2.1-1, pp. 176-179; ISBN: 978-86-6022-401-1.
- [3] Galogaža, D., Mitrović, J., Đaković, V., Ralević, N. (2022). *Monte Carlo simulacija u funkciji donošenja optimalnih odluka o investiranju*. The 7th Conference on Mathematics in Engineering: Theory and Applications, May 27-29th 2022, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka. pp. 108-113; ISBN: 978-86-6022-438-7.
- [4] Gradojevic, N., Kukolj, D., Adcock, R., Djakovic, V. (2023). Forecasting Bitcoin with technical analysis: A not-so-random forest?. *International Journal of Forecasting*, Vol. 39, Issue 1, 2023, pp. 1-17; ISSN: 0169-2070.
- [5] Ralević, N., Kovačević, I., Ovcin, Z. (2020). *Master studije matematika u tehnici*. XXVI skup trendovi razvoja: „Inovacije u modernom obrazovanju“, Trend 2020, Kopaonik, 16.-19.02.2020., Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Paper No. T1.3-6, pp. 226-229; UDK: 378(082); ISBN: 978-86-6022-241-3.