



UNIVERSITETI I EVROPËS JUGLINDORE
УНИВЕРЗИТЕТ НА ЈУГОИСТОЧНА ЕВРОПА
SOUTH EAST EUROPEAN UNIVERSITY

Study program **Компјутерски науки (2025/2026)**

Факултет	Современи науки и технологии
Циклус на студии	Трет циклус (докторски)
ECTS	180
Код	PhD-CS-180
Титула	Доктор по компјутерски науки
Архивски број на акредитација [180]	03-2387/1
Архивски број на акредитација []	
Решение за почеток со работа	
Датум на акредитација	09.07.2025

Опис на програмата

Предложената програма за доктор по компјутерски науки е дизајнирана со цел истражувачите да се стекнат со техничка експертиза, методолошки алатки и етичка основа неопходни за да придонесат за најсовремените случувања во областа. Сеопфатната наставна програма се однесува на новите технологии, напредни пресметковни техники и критични области на истражување, создавајќи добро подготвени компјутерски научници подготвени да се справат со сложените предизвици. Во продолжение е оправдување за секој аспект од наставната програма:

Методологија на истражување и научно пишување

Студентите ќе стекнат знаења во методологиите за истражување кое е од суштинско значење за креирање оригинални, висококвалитетни истражувања. Предметите за методите на истражување, пишувањето предлози и научното известување гарантираат дека студентите можат да формулираат истражувачки проблеми, да спроведуваат систематски истраги и ефективно да ги соопштуваат своите наоди. Истражувачката етика е од витално значење за поттикнување на интегритетот во публикациите и одржување на довербата на јавноста во научниот напредок.

Основни и новите области на компјутерски науки

Овие предмети се фокусираат и на основните и на најсовремените области на компјутерските науки. Машинското учење, облак компјутерите (cloud computing) и вештачката интелигенција се централни за современиот пресметковен напредок. Вклучувањето на големите јазични модели (LLM), IoT и NLP ги одразува тековните трендови и апликациите од реалниот свет, обезбедувајќи дека студентите се добро обучени во технологиите што ги обликуваат различните индустрии како што се автоматизацијата, здравството и комуникацијата.

Податоци и безбедност

Способноста за обработка, анализа и обезбедување на големи збирки на податоци е основна компетентност за современите компјутерски научници. Овие курсеви им обезбедуваат на студентите статистички алатки и безбедносни рамки потребни за управување и заштита на огромни количини на податоци. Со зголемената загриженост околу сајбер безбедноста и приватноста на податоците, овие вештини се многу барани и во академијата и во индустријата.

Вмрежување и интеграција на општествените науки:

Мрежните науки и анализата на социјалните мрежи се клучни за разбирање на однесувањето на сложените системи, без разлика дали се работи за компјутерски мрежи или човечка интеракција на дигитални платформи. Овие курсеви им овозможуваат на студентите да истражуваат интердисциплинарни истражувања, особено во областа на социјалните компјутери, мрежно моделирање и улогата на мрежите во ширењето на информациите.

Напредно компјутери и специјализирани теми

Напредните курсеви како зголемена/виртуелна реалност, федерирано учење и специјализирани теми за податоци ги подготвуваат студентите да работат на нишани истражувачки проблеми кои се во првите редови на иновациите.

Оперативното истражување воведува аналитички техники за донесување одлуки кои се клучни за оптимизирање на системите и процесите, особено во индустриски и деловни средини.

Изборни предмети и приспособување

Нудењето изборни предмети осигурува дека студентите можат да го приспособат своето искуство во учењето според нивните истражувачки интереси. Оваа флексибилност овозможува специјализација во нишаните области, поттикнувајќи персонализиран пристап кон докторските студии и поттикнувајќи интердисциплинарни истражувачки соработки.

Структурата на оваа докторска програма одразува рамнотежа помеѓу теоретското знаење, практичните вештини и новите технологии. Вклучувањето на основните курсеви заедно со напредните теми гарантира дека дипломираните студенти се подготвени не само да придонесат за академијата, туку и да водат иновации во индустријата. Акцентот на истражувањето, етиката и објавувањето ги подготвува студентите да произведуваат веродостојна и влијателна научна работа.

Оваа програма е усогласена со зголемената побарувачка за специјалисти во области како вештачка интелигенција, машинско учење, аналитика на големи податоци и сајбер безбедност. Како што технологијата продолжува да се развива, професионалците опремени со длабоко техничко знаење и силна етичка рамка ќе бидат многу барани, позиционирајќи ги дипломираните студенти од оваа програма како лидери во областа на компјутерските науки.

Кариера

Програмата предвидува продолжување на образованието на кадри, кои имаат завршено додипломски и постдипломски студии. Програмата ќе им овозможи највисоко ниво на научно-истражувачка подготовка во професионална област и сопствени истражувачки активности, како и во професионална и академска кариера. Во овој процес на студирање, студентите ќе стекнат компетенции и академски, интелектуални и технички комуникациски вештини преку разни форми и ќе бидат подготвени за научно-истражувачка работа. Брзите промени во општеството наметнуваат и бараат нови пристапи за подготовка на нови генерации на научни сознанија за потребите на општество базирано на знаење и се посветени на глобалниот пазар на трудот во областа на Компјутерските науки.

Резултати од учењето

Знаење и разбирање

Поседува знаење и разбирање на областите од компјутерски науки и информациските архитектури, мрежни општества и интернет култури, интернет и веб - технологии пропорционално проширено во споредба со студиите од втор циклус.

Способност да се развијат и имплементираат оригинални и креативни идеи во средини каде што се преклопуваат или во меѓусебно поврзани области на информатичката технологија. Способност за примена на интердисциплинарни знаења и демонстрација на специјалистички компетенции во информатичката технологија.

Примена на знаењето и разбирањето

Способност за критичко, независно и креативно решавање на проблеми во нови, претходно не сретнати средини или средини за кои нема претходно искуство во мултидисциплинарен контекст на реална организациска средина.

Планирање, управување и евалуација на независно истражување во областа на компјутерските науки вреднувани од национални и меѓународни рецензирани публикации.

Креативност и оригиналност во толкувањето на знаењата за е-технолошките процеси и соодветна употреба на компјутерски базирани алатки и средини врз основа на дефинирани техники за истражување.

Способност за проценка

Способност за креативна интеграција и синтеза на знаење од повеќе области поврзани со компјутерските науки со користење компјутерски алатки и техники.

Способност за справување со комплексни ситуации поврзани со процесите специфични за информациска технологија, за идентификација на соодветни специјализирани инстанци во областа на компјутерските науки и информатиката и за донесување издржани процени во ситуации во недостиг на комплетни информации или податоци и врз основа на лични, социјални и етички принципи и одговорности поврзани со примената на знаењето и разбирањето.

Комуникациски вештини

Способност за јасно и недвосмислено комуницирање на заклучоци, резултати, студии и знаење на специјалисти од компјутерските науки со способност за прилагодување на стилот и формата на изразување за неспецијалисти.

Компетентност за критички, независни и креативно аргументирани истражувања, евалуација на методологии и предлагање и бранење нови хипотези.

Способност за иницирање, водење и за преземање одговорност за индивидуи и групи во случаи во кои комуникациските, организациските и дигиталните компетенции се од суштинска важност.

Вештини на учење

Способност за идентификација на личните потреби и насоки за индивидуално и автономно дообразование и негово самостојно и автономно изведување во области на компјутерските науки.

Способност за преземање одговорност за континуирано индивидуално учење во специјализирани и нови информациски технологии.

Листа на предмети

Семестар 1

- [C2515] [10.0 ECTS] **Методологии на истражување во компјутерски науки**
- [C2516] [10.0 ECTS] **Напредно машинско учење**
- [C2517] [10.0 ECTS] **Напредно Cloud Computing**

Семестар 2

- [C2518] [10.0 ECTS] **Напредни софтверски архитектури и тестирање**
- [10.0 ECTS] **Изборен предмет**
- [10.0 ECTS] **Изборен предмет**

Семестар 3

- [C2604] [10.0 ECTS] **Предлог-докторски проект**
- [C2605] [20.0 ECTS] **Докторски семинар со презентација на извештај I**

Семестар 4

- [C2521] [20.0 ECTS] **Резултати од истражувањето I**
- [C2522] [10.0 ECTS] **Студентска мобилност**

Семестар 5

- [C2523] [20.0 ECTS] **Докторски семинар со презентација на извештајот II**
- [C2524] [10.0 ECTS] **Резултати од истражувањето II**

Семестар 6

- [C2525] [30.0 ECTS] **Докторска дисертација**

Description of courses

Задолжителни предмети

- **Методологии на истражување во компјутерски науки**

Цели на предметот: • Да ги подготви студентите со напредни истражувачки методологии во компјутерските науки. • Да развијат вештини за проектирање, спроведување и оценување на независно истражување. • Да ја подобрат критичката процена на научната литература и истражувачката етика. • Да ги подготви студентите за дисертациони истражувања со силни методолошки основи. Резултати од учењето: По завршување на предметот, студентите ќе бидат способни да: • Изберат и применат соодветни истражувачки методи за истражувања во компјутерските науки. • Формулираат истражувачки прашања, спроведат преглед на литература и дизајнираат студии. • Анализираат и да интерпретираат истражувачки податоци користејќи соодветни алатки. • Ги комуницираат наодите од истражувањето во академски формати. • Развијат етички истражувачки практики и да подготват истражувачки предлог за ниво на докторски студии.

- **Напредно машинско учење**

Овој предмет има за цел студентите да стекнат напредни компетенции во техниките и методологиите на машинско учење, овозможувајќи им да применуваат линеарна алгебра, веројатност и статистика на реални проблеми со податоци. Студентите ќе развијат вештини за програмирање во Python или сличен јазик и ќе стекнат искуство во предобработка и анализа на податоци. До завршување на предметот, тие ќе бидат способни да дизајнираат, имплементираат и оценуваат комплексни модели на машинско учење, подготвувајќи ги за академски истражувања или индустриски улоги за кои се потребни напредни вештини за работа со податоци и машинско учење.

- **Напредно Cloud Computing**

Во рамките на овој предмет студентите ќе се запознаат со најсовремените технологии и апликации на пресметување во облак (Cloud Computing). Предметот започнува со преглед односно вовед во основните концепти во клауд и продолжува со длабинско анализирање и напредни концепти на Cloud Computing. Фокусот на предметот е на облак инфраструктури, облак услуги, типови, модели, безбедносни прашања, квалитет на услугата (QoS), договори на ниво на услуга (SLA), виртуелни машини, следење на перформансите, цени (фактурирање), управување со ризик, алатки за изградба на различни типови на облаци, правни прашања во облак, научни пресметки, деловни пресметки во облак и нови апликации во сферата на пресметувања во облак. Некои од овие теми ќе бидат воведени и објаснети. Целта на предметот е и да се идентификуваат потенцијалните насоки за истражување во областа на Cloud Computing. На крајот од овој предмет, студентите треба да бидат способни за: • Разбирање на cloud computing, преглед и претставување на cloud computing; • Разбирање на изградба на облак, структури, слоеви на облак и архитектури; • Разбирање на употребата и важноста, ограничувањата, предностите и недостатоците на технологијата во облак; • Разбирање на развојот и перспективата на облакот; • Разбирање на платформи и технологии за програмирање во облак; • Разбирање на безбедносните прашања на пресметување во облак/обработката и технологиите и справување со безбедносните прашања; • Идентификување на насоките за истражување на полето на пресметување во облак.

- **Напредни софтверски архитектури и тестирање**

Целта на предметот „Напредни софтверски архитектури и тестирање“ е кај студентите да се поттикнат вештини за критичко размислување и истражување, овозможувајќи им да истражуваат и да придонесат за развој на иновативни архитектонски рамки и методологии за тестирање. Студентите ќе се вклучат во најсовремени истражувања, ќе ги анализираат новите трендови и ќе го истражуваат влијанието на софтверската архитектура врз перформансите на системот, приспособливоста и одржливоста, на крајот подготвувајќи ги да го унапредат полето преку научно истражување и практична примена.

- **Предлог-докторски проект**

По вториот семестар студентот ги започнува активностите за составување на својот план за докторската дисертација. Активностите вклучуваат: одредување на литературата, составување хипотетичка рамка, дефинирање на методологијата за работа и определување индивидуален план како и прва јавна презентација. По потреба може да се организираат и изборни предмети за оваа цел.

- **Докторски семинар со презентација на извештај I**

Кандидатите ќе достават список за учество на сите семинари кои се релевантни за областа и/или нивниот

истражувачки интерес каде и да било во светот, на приложените пропишани обрасци и со потврда од нивните супервизори. Овие семинари треба да бидат истражувачки по природа. Извештајот треба да е напишан од студентите во кој со свои зборови ќе биде наведено за секој семинар каде што присуствувале. Во извештајот се резимираат клучните точки и се предвидува критичка процена на студентот. Од студентот се бара да иницира дискусија со колегите научници на тема која би му помогнала да го пишува извештајот.

- **Резултати од истражувањето I**

На крајот од четвртиот семестар, по истражувачките активности според индивидуалниот план, вкупните резултати од оваа фаза на трудот и од истражувањето кандидатот ќе ги презентира јавно.

- **Студентска мобилност**

Во текот на четвртиот семестар студентот треба да реализира мобилност во научна или во друга релевантна институција во траење од најмалку една недела надвор од државава. Целта на мобилноста на докторандите е да ја презентираат, разменат и дискутираат својата истражувачката работа со колеги од други земји за подобрување на квалитетот на нивната дисертација. За реализираната мобилност студентот до менторот доставува потврда од институцијата.

- **Докторски семинар со презентација на извештајот II**

Кандидатите ќе достават список за учество на сите семинари кои се релевантни за областа и/или нивниот истражувачки интерес каде и да било во светот, на приложените пропишани обрасци и со потврда од нивните супервизори. Овие семинари треба да бидат истражувачки по природа. Извештајот треба да е напишан од студентите во кој со свои зборови ќе биде наведено за секој семинар каде што присуствувале. Во извештајот се резимираат клучните точки и се предвидува критичка процена на студентот. Од студентот се бара да иницира дискусија со колегите научници на тема која би му помогнала да го пишува извештајот.

- **Резултати од истражувањето II**

На крајот од петтиот семестар, по истражувачките активности според индивидуалниот план, вкупните резултати од оваа фаза на трудот и од истражувањето кандидатот ќе ги презентира јавно.

- **Докторска дисертација**

Продолжување на работата на докторската дисертација. Се предава тезата (дисертацијата), се прифаќа од Наставно-научниот на Факултетот, се предава на членовите на комисијата и започнува процедурата за јавна одбрана.

Изборни предмети

- **Пишување на истражувачки труд и научен извештај**

Цели на предметот: - Да им обезбеди на студентите разбирање и познавање на клучните принципи на научното пишување и известување. Студентите ги градат основните вештини за изработка на студентски истражувачки трудови, почнувајќи од изборот на тема или проблем за истражување, потоа дефинирање на целта на истражувањето и конкретни истражувачки задачи, избирање методи на истражување, дизајнирање на структурата на истражувањето до претставување на резултатите од истражувањето. Студентите ги учат основите на научните и методолошките прашања и стекнуваат практични вештини потребни за понатамошно истражување. Во текот на предметот се посветува внимание на практична употреба на бази на податоци каде што се достапни научни трудови, за подготовка на ефективни табели и бројки. Студентите учат како да користат соодветни мерни единици, како да анализираат научна литература, да ставаат референци во текст и да подготвуваат Список на референци. Во рамките на предметот се објаснуваат предусловите за подготовка на успешни постери и усни извештаи. - Студентите да развиваат практични компетенции и критичко разбирање на знаењата во развојот и известувањето на научно-истражувачките трудови.

- **Предлог за истражување и управување со проекти**

Целта на предметот е студентите да бидат способни да: 1. Покажат способност да планираат истражувачки проект, како што се бара во предлогот за истражување пред започнувањето на нивната работа. 2. Покажат способност да се усогласат со етичките, безбедносни и процеси на документација соодветни на нивниот проект. 3. Покажат стручно знаење за предметот на нивниот истражувачки проект, како на пример преку

интегрирано истражување за литература. 4. Покажат стручно знаење за методите на истражување соодветни за генерирање веродостојни податоци за нивните истражувачки прашања. 5. Демонстрираат способност за управување со проекти и за конструктивна употреба на експертиза поврзана со нивниот проект, додека работат како независен ученик. 6. Демонстрираат способност да ги поврзат нивните оригинални податоци со постоечката литература или да создадат нова синтеза на постоечки материјали. 7. Демонстрираат способност да ги соберат своите наоди во значителен дел од пишувањето што претставува јасна теза и кохезивен аргумент заснован на докази. 8. Демонстрираат способност за балансирање на описот, анализата и синтезата во рамките на нивниот проектен извештај.

• Истражување и етика на објавување во компјутерски науки

Цели на предметот се: Етичка свест во истражувањето: • Развивање на способност за препознавање на етичките предизвици специфични за истражувањето на компјутерските науки. • Промовирање на важноста на одговорните практики за истражување и професионалниот интегритет. Компетентност во етика на објавување: • Подготвување на студентите со знаење за етичките практики во пишувањето, рецензијата и објавувањето. • Поттикнување на разбирање за плагијат, фабрикување податоци и конфликт на интереси во истражувачките публикации. Вештини за отворена наука и етика на податоци: • Изградување вештини за обработка на податоците од истражувањето со интегритет, транспарентност и репродуктивност. • Поттикнување на свеста за приватноста на податоците, информираната согласност и етичката употреба на алгоритмите. Регулаторна и професионална усогласеност: • Запознавање на студентите со локалните и меѓународните истражувачки политики, регулативите за објавување и етичките кодекси (на пример, упатства IEEE/ACM). Критичко размислување и етичко одлучување: • Развивање компетенции за анализирање на студии на случај и решавање на етичките дилеми што се појавуваат во напредните области за истражување на компјутерските науки како што се вештачката интелигенција, сајбер-безбедноста и големите податоци.

• Избрани теми во Data Engineering

Во рамките на овој предмет ќе се презентираат и проучуваат актуелните истражувачки теми и проблеми од интерес во склоп на инженерството на податоци. Предметот ќе ги надмине темите за принципите и концептите на инженерството на податоци и архитектурата на големи податоци и ќе се фокусира на тоа како инженерите за податоци работат со големи податоци („big data“). Студентите ќе можат да развијат подобро разбирање за тоа како да градат, планираат и надгледуваат „pipeline“ за податоци. Ова разбирање ќе го унапреди нивното знаење за архитектурата за складирање податоци, ќе го прошири знаењето за нерелационите бази на податоци и унапреди практичното знаење за складирање на податоци при користење на методологиите за вештачка интелигенција (ВИ) и машинско учење (МУ). Целите на предметот се студентите: - Да покажат напредно разбирање на инженерството на податоци и архитектурата на податоци, програмските јазици и вештините за инженерство на податоци со цел да се обезбедат јаки и скалабилни решенија; - Да развијат критичка свест за актуелните прашања и случувања во инженерството на податоци; - Да демонстрираат способност за примена на алатки и техники за инженерство на податоци во локални сервери како и користење на технологијата на облак платформи за развој на решенија за податоци во бизнисот.

• Системот и безбедноста на податоците

Цели Вовед во проблемот на безбедноста на информациските системи и податоци. Добивање детално знаење за главните слабости кои се суштински за оперативните системи и компјутерите. Презентација на методи за градење системи способни да издржат напади, оперативни грешки и случајни појави предизвикани од интелигентни противници. Прочување алатки, процеси и методи потребни за планирање, спроведување и тестирање безбедни системи и прилагодување на постоечките системи на реални контекстуални средини кои постојано се развиваат. Резултати од учењето и компетенции На крајот на предметот студентите треба да бидат способни за: Идентификување, проценување и дијагностицирање можни неуспеси, ризици и ранливости во информациските системи. Разбирање на системите за автентикација и контрола на пристап и нивно користење за спроведување на безбедносните политики. Разбирање на целите и употребата на автоматизирани системи за откривање на упад. Разбирање на безбедносните прашања во развојот на софтвер и техниките за нивно избегнување.

• Применета статистика и обработка на податоци

Овој предмет има за цел да им овозможи на студентите да стекнат напредни вештини во применета статистика и обработка на податоци, со акцент на истражувачки елементи за реални апликации. Студентите ќе совладаат напредни статистички техники за анализа на податоци и ќе користат современи алатки за обработка на големи податочни сетови. Преку предметот, студентите ќе добијат способност за спроведување статистички истражувања и развивање модели за предвидување и заклучок. Резултати од учењето: • Студентите ќе ги разберат и применуваат напредните методи на описна и инференцијална статистика во анализа на податоци. • Студентите ќе ја користат теоријата на веројатност за моделирање и интерпретација на неизвесностите во

податоците. • Студентите ќе ги применуваат техниките на регресија и статистички модели за прецизно предвидување. • Студентите ќе стекнат вештини за работа и анализа на големи и комплексни податочни сетови. • Студентите ќе развијат вештини за користење на Python или R за обработка и анализа на податоци. • Студентите ќе можат да креираат и имплементираат статистички модели за истражувачки проекти и индустрија.

• **Модели за големи јазици (LLM)**

Целта на овој предмет е да се покријат врвните истражувачки теми кои се концентрирани на претходно обучени јазични модели. Ќе се вклучат и теми поврзани со техничките принципи (BERT и GPT), исто така во фокусот ќе биде и RAG и други нови способности, фино адаптирање, како и теми за управување со податоци, вклучувајќи и етика. Поголемиот дел од прашањата што се дискутираат во текот на семестарот ќе се засноваат на преглед на истражувачки трудови на дадената тема. Од студентите ќе се очекува да читаат, да анализираат и да презентираат истражувачки трудови на неделна основа. Цели на учење се: • Да се подготват студентите за спроведување на најсовремени истражувања во LLM и GenAI, да се анализираат истражувањата и да се детектираат празнини во трудовите. • Да се надградат студентите со истражувачки вештини како што се преглед на литература, пишување сопствени трудови од областа на LLM како и обезбедување конструктивни повратни информации. • Студентите да стекнат практично искуство преку финалниот проект, критичко оценување на различни пристапи за моделирање на јазици и развивање независни истражувачки проекти и пишување на финалниот труд.

• **Интернет на нештата (IoT)**

Цели на програмата: ● Развивање напредни знаења за IoT технологии и комуникациски протоколи. ● Оспособување на студентите за дизајн и примена на IoT системи во реални апликации. ● Подобрување на вештините за решавање проблеми при интегрирање на IoT во различни сектори. ● Градење на практични компетенции во cloud computing и вградени системи за IoT. Резултати од учењето: ● Разбирање на архитектурата и компонентите на IoT. ● Дизајн и имплементација на IoT решенија. ● Анализа и оптимизација на перформансите на IoT системите. ● Развивање и презентирање на IoT проект

• **Обработка на природен јазик (НЛП)**

Целта на овој предмет е студентите да стекнат сеопфатно разбирање на техниките и практичните рамки за обработка на природни јазици. Студентите ќе развијат вештини за предпроцесирање на текст, вградување зборови и векторизација, додека градат модели за машинско учење и длабоко учење за задачи како класификација на текст, препознавање именувани ентитети и анализа на чувствата. Тие ќе стекнат практично искуство со напредни модели, вклучувајќи трансформатори и големи јазични модели (LLM), за задачи како што се машински превод и одговарање прашања, како и интегрирање на препознавање говор со NLP за апликации. Студентите ќе научат да ги оценуваат моделите користејќи клучни метрики, да спроведуваат анализа на грешки и да ги истражуваат новите трендови, подготвувајќи ги и за индустриските и за истражувачките улоги во NLP. До завршување на предметот, студентите ќе можат да применуваат техники за предпроцесирање, да градат на NLP, да го интегрираат препознавањето говор со NLP и да се справат со етичките предизвици. Тие ќе се здобијат со способност да ја проценат изведбата на моделот со метрики како резултат на F1, BLEU и ROUGE и ефективно да ги толкуваат резултатите. Дополнително, тие ќе ги истражуваат идните трендови, вклучувајќи мулти-модални NLP и апликации специфични за домен, опремувајќи ги да се справат со предизвиците во реалниот свет во различни области како што се здравството, правото и аналитиката на социјалните медиуми.

• **ВИ и апликации**

Студентите ќе развијат суштински компетенции, вклучувајќи аналитички и технички вештини, експертиза во методологијата на истражување, ефективна комуникација и етичко расудување. До крајот на програмата, тие ќе ги совладаат клучните теории и методологии за вештачка интелигенција, ќе произведат оригинално истражување и ќе ги применат техниките за вештачка интелигенција на предизвиците во реалниот свет. Дополнително, тие ќе стекнат знаења за да можат критички ја оценуваат постоечката литература и да ги артикулираат етичките импликации од нивната работа, застапувајќи се за одговорни практики на вештачка интелигенција во нивните идни кариери.

• **Федерирано учење**

Предметот „Федерирано учење“ има за цел студентите да стекнат сеопфатно разбирање на основните концепти и принципи кои го поткрепуваат овој иновативен пристап кон децентрализирано машинско учење. Студентите ќе ги истражуваат клучните алгоритми, како што е Федеративната просечност, приспособена за средини каде податоците остануваат на локални уреди, а исто така ќе истражуваат во клучните теми како приватноста и безбедноста на податоците преку методи како што е диференцијална приватност и безбедно

пресметување од повеќе страни. Практичната имплементации со користење на популарни рамки како TensorFlow Federated ќе им овозможи на студентите практично да го применат своето знаење, оценувајќи ги перформансите на моделот преку различни метрики поврзани со ефикасноста, точноста и приватноста. Дополнително, во рамките на предметот ќе бидат опфатени апликациите од реалниот свет низ секторите како што се здравството, финансиите и IoT, истакнувајќи ги и придобивките и предизвиците поврзани со федеративно учење. Студентите, исто така, ќе се вклучат во тековните истражувачки трендови и етички размислувања, особено во однос на сопственоста на податоците и алгоритамската правичност, поттикнувајќи критичко размислување и охрабрувачки придонес во полето што се развива. До крајот на предметот, студентите ќе бидат добро опремени со знаења да дизајнираат, имплементираат и критички да ги оценуваат федералните системи за учење.

- **Мрежни науки**

Цели на предметот: ● Разбирање на структурите и динамиката на мрежите. ● Анализа и интерпретација на големи мрежни податоци. ● Моделирање и симулација на сложени мрежи. ● Ефективно презентирање на истражувачките наоди. Резултати од учењето: ● Совладување на основните концепти на науката за мрежи. ● Применување на математички алатки за анализа на мрежи. ● Користење на софтвер за визуализација на мрежи. ● Дизајнирање и спроведување на истражувачки проект во науката за мрежи.

- **Избрани теми во науката за социјални мрежи**

Во овој предмет се дава вовед во математичките методи и пресметковни алатки за анализа на социјалните мрежи (SNA). Првично почна со социолозите, SNA се прошири во интердисциплинарно поле, со придонеси од математичари, компјутерски научници, физичари и економисти, носејќи нови техники за анализа на мрежи. Предметот започнува со основни статистички описи на мрежи, истражување на структури, улоги на јазли, обрасци за поврзување и методи за откривање на заедницата. Подоцна, се навлегува во процесите на мрежите, практичните пристапи за визуализација на мрежата и завршува со апликации од реалниот свет, вклучувајќи социјални медиуми и анализа на вистински реални платформи. По завршувањето на овој предмет студентите ќе: Имаат разбирање на основната нотација и терминологија на науката социјални мрежи. Може ефективно да ги визуелизираат, сумираат и споредуваат социјалните мрежи. Ги разбираат основните принципи на алгоритмите за анализа на мрежата. Стекнуваат практични вештини за вршење мрежна анализа со користење на програмскиот јазик Python. Бидат подготвени самостојно да ги анализираат мрежите од реалниот свет.

- **Аугментирана и виртуелна реалност**

Предметот Аугментирана и виртуелна реалност има за цел студентите да стекнат сеопфатно разбирање на технологиите и принципите кои се во основата на продлабочени средини, поттикнувајќи ги компетенциите во теоретското знаење, техничкото владеење и иновативниот дизајн. Студентите ќе развијат напредни истражувачки вештини, овозможувајќи им критички да ја анализираат постоечката литература, да спроведуваат независно истражување и да создаваат продлабочени апликации кои ги подобруваат корисничките искуства.

- **Анализа на големи податоци**

Целта на овој предмет е студентите да стекнат знаења и практични вештини потребни за анализа и извлекување на сознанија од големи сетови на податоци користејќи модерни алатки и техники за големи податоци. Предметот се фокусира и на техничките аспекти, како што се работа со рамки за дистрибуирано пресметување (Hadoop, Spark, Flink) и cloud платформи (AWS, Google Cloud, Azure), и на теоретските аспекти, вклучувајќи статистичка анализа, модели за машинско учење и визуелизација. Студентите ќе стекнат целосно разбирање за тоа како да обработуваат, анализираат и да интерпретираат големи податоци за да ја поддржат донесувањето одлуки, земајќи ги предвид етичките и приватносните прашања. По успешно завршување на овој предмет, студентите ќе бидат способни: • Да собираат и управуваат податоци од различни извори на големи податоци. • Критички да анализираат постојни имплементации на големи податоци, проценувајќи ја нивната практичност и корисност. • Да разберат и применат статистички мерки за анализа на големи податоци и да презентираат резиме-статистики. • Да демонстрираат напредни знаења за аналитика на статистичко и машинско учење применета на големи податоци. • Ефективно да ги комуницираат сознанијата добиени од анализата на податоците преку визуелизации и јасни резимеа. • Да ги разберат етичките, правните прашања и прашањата поврзани со приватност во однос на аналитика на големи податоци и да применуваат најдобри практики за усогласеност.

- **Анализа на статистички податоци**

Целта на предметот е да се подобри разбирањето на студентите за напредните статистички теории и нивната примена во областа на анализа на податоци. Предметот ќе започне со основни и неопходни статистички

теории применети за анализа на податоци и ќе продолжи со напредни мултиваријантни техники за анализа на комплексни збирки на податоци. Студентите ќе научат да конструираат и интерпретираат статистички модели, нагласувајќи ја важноста од разбирање на претпоставките и импликациите. Дополнително, во рамките на предметот ќе има вовед и на Bayesian методите за заклучување и донесување одлуки и создавање ефективни визуализации на податоци за јасно да се соопштат статистичките резултати. Познавањето со програмските алатки и пресметковните техники за напредна статистичка анализа ќе биде клучна компонента. Во рамките на предметот ќе се илустрира примената на статистички методи во различни области на анализа на податоци, промовирајќи интегративно решавање проблеми и имајќи ја предвид силната посветеност на етичките практики во статистичката анализа на податоци. Генерално, овие цели ги подготвуваат докторантите за влијателни истражувачки кариери кои поседуваат суштинско теоретско знаење, практични вештини и етички размислувања во анализата на статистичките податоци.

- **Операциски истражувања**

Целите на предметот се студентите: - Да стекнат солидно разбирање на основните концепти и терминологија во оперативното истражување, вклучувајќи оптимизација, моделирање и симулација. - Да развијат способност за формулирање на проблеми од реалниот свет во математички модели, идентификувајќи ги релевантните променливи, ограничувања и цели. - Да научат различни методи за оптимизација, вклучувајќи линеарно програмирање, програмирање со цели броеви и нелинеарно програмирање и разбирање и кога да се примени секоја од овие техники. - Да ги разберат принципите на симулација, вклучително и симулација на дискретни настани и користење алатки за симулација за да се анализираат сложени системи. - Да стекнат познавања за проценување на различни сценарија и за донесување одлуки користејќи стебла на одлуки, анализа на чувствителност и техники за процена на ризик. - Да ја истражат примената на техниките на операционото истражување во управувањето со синџирот на снабдување, планирањето на производството и контролата на залихите. - Да стекнат вештини за аналитичко размислување и вештини за решавање проблеми за систематски пристап на сложените оперативни прашања. - Да имаат способност за ефективно комуницирање на резултатите во писмени извештаи и во усни презентации за разновидна публика.